

**FORMULACIÓN DE UNA ESTRATEGIA PARA LA MEJORA DEL
DESEMPEÑO AMBIENTAL DE LA EMBOTELLADORA BCGR SAS, CHÍA -
CUNDINAMARCA**

NIXON ANDRES MILLAN GARCIA

PROYECTO DE GRADO

Ing.RAFAEL NIKOLAY AGUDELO VALENCIA

Universidad Libre de Colombia

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Ambiental

Bogotá D.C.

Abril 12 de 2018

Declaratoria de originalidad

“La presente propuesta de trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental de la Universidad Libre no ha sido aceptado o empleado para el otorgamiento de calificación alguna, ni de título, o grado diferente o adicional al actual. La propuesta de trabajo de grado es resultado de las investigaciones del autor (es), excepto donde se indican las fuentes de Información consultadas”.

Andres Millan

Nixon Andrés Millán García

Cód.: 064121043

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN	9
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	11
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. OBJETIVOS	14
3.1. OBJETIVO GENERAL	14
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4. MARCO REFERENCIAL	15
4.1. MARCO HISTÓRICO.....	15
4.1.1. Evolución histórica de la Producción más Limpia en Colombia	17
4.1.2. Plan Nacional de Producción y Consumo Sostenible.....	19
4.2. MARCO TEÓRICO	20
4.2.1. Producción más limpia en contexto para un desarrollo sostenible	20
4.2.2. Principales herramientas de P+L	22
4.2.3. Etapas de las empresas en el proceso de mejorar su desempeño ambiental.....	26
4.2.4. Barreras que impiden la aplicación de estrategias de P+L en las empresas.....	27
4.2.5. Casos exitosos de aplicación de estrategias de producción más limpia.	28
4.3. MARCO CONCEPTUAL	36
4.4. MARCO LEGAL	39
4.4.1. Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible	42
4.5. MARCO DEMOGRÁFICO Y GEOGRÁFICO	44
5. DISEÑO METODOLÓGICO	45
5.1. FASE 1	45
5.1.1. Sensibilización:.....	45
5.1.2. Diagnostico empresarial integral:	46
5.1.3. Identificación de puntos críticos y análisis de ciclo de vida	47

5.2.	FASE 2:	48
5.2.1.	Definir alternativas de Producción más Limpia	48
5.3.	FASE 3	49
5.3.1.	Plan de seguimiento	49
6.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	50
6.1.	FASE 1	50
6.1.1.	Diagnóstico Empresarial Integral	50
6.1.2.	Descripción de Procesos	63
6.1.3.	Ecomapa	73
6.1.4.	Ecobalance	79
6.1.5.	Costos de Ineficiencia	86
6.1.6.	Análisis Ciclo de Vida	93
6.2.	FASE 2	100
6.2.1.	Alternativas para Consumo de Agua	101
6.2.2.	Alternativas para Vertimientos	112
6.2.3.	Alternativas para Consumo de Energía Eléctrica	114
6.3.	FASE 3	121
7.	CONCLUSIONES	133
8.	RECOMENDACIONES	135
	ANEXOS	136
	BIBLIOGRAFÍA	146

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción y tipo de uso para herramientas según su función	23
Tabla 2. Descripción y tipo de uso para herramientas según el tema de análisis	24
Tabla 3. Normas Colombianas relacionadas con el desarrollo sostenible según aspectos ambientales	39
Tabla 4. Principales clientes para el servicio de maquila de la Embotelladora BCGR	55
Tabla 5. Promedio de tiempo para el lavado de botellones	66
Tabla 6. Promedio de tiempo para el proceso de llenado.....	66
Tabla 7. Promedio de tiempo para el proceso de tapado y etiquetado	66
Tabla 8. Suma de los tiempos promedios en los procesos de embotellado manual.....	67
Tabla 9. Características eléctricas de las máquinas	72
Tabla 10. Unidades de producción mensual de los productos elaborados en la Embotelladora BCGR en el año 2017.....	73
Tabla 11. Producción mensual promedio fija en la Embotelladora BCGR.	73
Tabla 12. Kilogramos de residuos generados mensualmente para reciclaje en el año 2017.....	79
Tabla 13. Promedio de consumo de agua en lavado de botellones.....	81
Tabla 14. Costos directos e indirectos de la Embotelladora BCGR	87
Tabla 15. Consumos mensuales de energía en kWh	88
Tabla 16. Costo por minuto de funcionamiento de cada máquina	89
Tabla 17. Consumo bimensual de agua en m ³	90
Tabla 18. Promedio de tiempo utilizado en lavado de botellones	90
Tabla 19. Costo por botella ausente en el rinse.....	91
Tabla 20. Consumos y costos por unidad producida mensualmente.....	92
Tabla 21. Residuos sólidos generados en la embotelladora.....	92
Tabla 22. Matriz MED para la producción de bebidas a base de aloe vera	98
Tabla 23. Costos implementación contadores de agua	103
Tabla 24. Volumen total de agua a recircular	108
Tabla 25. Costo para implementación de recirculación de agua	110
Tabla 26. Resumen estrategias de Producción Más Limpia propuestas	120
Tabla 27. Plan de seguimiento instalación de contadores de agua	122
Tabla 28. Plan de seguimiento para evitar fugas de agua y rebalses.....	123
Tabla 29. Plan de seguimiento para capacitación al personal	124
Tabla 30. Plan de seguimiento regulación de consumo de agua en lavado de botellones	125
Tabla 31. Plan de seguimiento para control en el rinse	126
Tabla 32. Implementación sistema de recirculación de agua	127

Tabla 33. Plan de seguimiento uso de hidrolavadora y limpieza en seco	128
Tabla 34. Plan de seguimiento control de consumo mensual	129
Tabla 35. Plan de seguimiento cambio de bombilla en laboratorio	130
Tabla 36. Plan de seguimiento optimización en producción automatizada	131
Tabla 37. Plan de seguimiento contabilizar tiempo por producción	132

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Instalaciones de la Embotelladora BCGR.....	51
Figura 2. Ubicación de la Embotelladora BCGR con foto satelital	53
Figura 3. Instalaciones de la Embotelladora donde se presta el servicio de maquila y presentación de la bebida Kumbia	54
Figura 4. Oficina en la Embotelladora.....	58
Figura 5. Laboratorio en la Embotelladora.....	59
Figura 6. Área de producción de la Embotelladora	59
Figura 7. Bodega de la Embotelladora.....	60
Figura 8. Cocina en la Embotelladora.....	60
Figura 9. Filtros de purificación	64
Figura 10. Zona de lavado de botellones.....	64
Figura 11. Tanque de almacenamiento y mezcla	68
Figura 12. Rinse para lavado de botellas.....	69
Figura 13. Llenadora y tapadora automatizada	69
Figura 14. Control de calidad en las bandas.....	70
Figura 15. Enfardadora de la planta embotelladora BCGR.....	71
Figura 16. Ecomapa de la Embotelladora BCGR.....	74
Figura 17. Evidencia de desperdicio de agua zona de lavado de botellones....	75
Figura 18. Evidencia desperdicio de agua en el rinse.....	75
Figura 19. Desperdicio de agua dirigida hacia sifón.....	76
Figura 20. Zona de conexión eléctrica en la Embotelladora BCGR	76
Figura 21. Evidencia consumo de luz innecesaria en cocina.....	77
Figura 22. Evidencia gasto de luz innecesaria en zona de oficina.....	77
Figura 23. Evidencia gasto de luz innecesaria en laboratorio	78

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Estructura organizacional de la Embotelladora BCGR	58
Gráfica 2. Layout de las instalaciones de la Embotelladora BCGR	61
Gráfica 3. Matriz DOFA para la Embotelladora BCGR	61
Gráfica 4. Diagrama de flujo para el embotellamiento manual	65
Gráfica 5. Diagrama de procesos para embotellamiento automatizado.....	71
Gráfica 6. Ecobalance filtros	80
Gráfica 7. Ecobalance lavado de botellones	80
Gráfica 8. Ecobalance llenado	81
Gráfica 9. Ecobalance tapado y llenado	82
Gráfica 10. Ecobalance marmita.....	83
Gráfica 11. Ecobalance almacenador	83
Gráfica 12. Ecobalance rinse	84
Gráfica 13. Ecobalance llenadora	85
Gráfica 14. Ecobalance control y etiquetado	85
Gráfica 15. Ecobalance enfardadora	85
Gráfica 16. Diagrama de etapas de ciclo de vida de un producto.....	94
Gráfica 17. Ciclo de vida para botellas hechas de plástico PET	99
Gráfica 18. Diagrama de sistema de recirculación de agua.....	109

INTRODUCCIÓN

Este trabajo aporta un estudio de aplicación de estrategias de Producción más Limpia, específicamente para una embotelladora de bebidas refrescantes, que principalmente ofrecen el servicio de maquila y además tienen como producto propio una bebida a base de aloe vera, que es embotellada en otra ciudad pero que se espera fabricar en la actual embotelladora en la ciudad de Chía-Cundinamarca, cuando las adecuaciones pertinentes estén listas. Esta embotelladora no lleva más de dos años de funcionamiento, por lo cual se puede decir que es relativamente nueva, y se encuentra en un mercado en el cual existe alta competencia, de empresas con más recorrido e infraestructura, necesitando herramientas para aumentar su competitividad en la industria; es por esta razón, que mejorar el desempeño de esta empresa, se convierte en un punto clave, y mediante las estrategias aportadas, la empresa pueda mejorar su desempeño obteniendo beneficios económicos y operativos, además que de forma simultánea se mitiguen los impactos que pueda causar en el ambiente.

Dentro del desarrollo industrial de un país, las pequeñas y medianas empresas abarcan gran parte de la producción, el hecho de la existencia de una actividad productiva, implica un impacto al ambiente, originando una problemática. Si sumado a lo anterior se involucra la idea de producir más para generar mayores ganancias económicas, dejando de lado un correcto manejo ambiental en la actividad productiva, se forman los grandes problemas ambientales que afectarán el equilibrio ecológico a corto y largo plazo. Por lo tanto es de vital importancia desarrollar planes, estrategias, leyes, o cualquier otra acción que encamine a la productividad en pequeñas y grandes escalas hacia un desarrollo sostenible, para obtener ese equilibrio entre sociedad, ambiente y economía.

La Producción Más Limpia nace como una forma de encontrar el equilibrio mencionado, partiendo de la prevención de la contaminación como base para las estrategias, y no en el tratamiento al final de los procesos. En este proyecto, se estudiará la actividad de la empresa, todas sus generalidades, procesos, comportamientos, entorno, entre otros factores, para luego formular estrategias que mejoren y optimicen sus procesos, obteniendo un mejor desempeño económico y ambiental.

El desarrollo de este trabajo está complementado con otros estudios hechos al respecto, que manejando conceptos similares, obtuvieron resultados exitosos en las organizaciones, los cuales junto a los resultados obtenidos en este

trabajo, pueden servir para futuros estudios, extrayendo las experiencias tratadas allí, para contribuir a la aplicación de estrategias que dirijan a las organizaciones al desarrollo sostenible.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Toda empresa dentro de su actividad productiva, sea de ofrecer productos o servicios, genera impactos al ambiente, dichos impactos se presentan como consecuencia de la operación en los distintos procesos productivos. Es decir, de acuerdo a la actividad, la empresa maneja aspectos ambientales, tales como, generación de residuos sólidos, emisiones atmosféricas, consumo de energía, generación de vertimientos, entre otros, y para algunos procesos, estos aspectos son inevitables de generar. Según Van Hoof, para que una empresa pueda funcionar óptimamente en términos de contribuir con el cumplimiento legal y más que eso, de tener un desarrollo sostenible, debe controlar éstos impactos mejorando cada uno de sus procesos (Van Hoof, 2008).

Para mejorar la gestión ambiental y reducir los impactos, las organizaciones deben adoptar ciertas tecnologías, conceptos, estrategias o cambios en los procesos. Como dice Murillo, para las grandes empresas realizar esa adopción no es complicado, ya que cuentan con el recurso económico, o con el apoyo bancario en llegado caso de necesitarlo; aunque para las pymes este tema se convierte en un dilema, ya que no siempre van a contar con el recurso o apoyo económico, ni con los conocimientos especializados para poder adaptarse a éstos cambios (Murillo, 2004).

Es válido aclarar, que para la mayoría de los dueños de las pymes el tema de la conservación ambiental no es su principal preocupación ni enfoque, ya que para ellos, primero está progresar con su negocio y sostenerse en el tiempo, para no desaparecer ante la competencia, cambios en la economía, falta de capital o cualquier otro factor que las pueda afectar; por lo cual no todos están dispuestos a invertir en mejorar sus procesos o mejorarlos para cuidar el ambiente, causando daños a este y adicionalmente llegando a incumplir con la legislación correspondiente (Murillo, 2004).

En busca que las pymes sean más competitivas en la industria y tengan un desarrollo sostenible, aplicar estrategias de producción más limpia en ellas, se plantea como una solución a dicha problemática, en la cual se busca que la empresa, elimine sus ineficiencias, haciendo cambios en la forma de realizar sus procesos o adoptando nuevas tecnologías y de esta forma verse beneficiada, a corto, mediano o largo plazo, lo cual puede ser llamativo para el empresario ya que va a obtener un beneficio económico y adicional a esto disminuir el impacto que su actividad está aportando al ambiente (Van Hoof, 2008).

Para la embotelladora BCGR SAS, aumentar su competitividad en la industria, ayudar al medio ambiente y cumplir con la normatividad ambiental es de vital importancia en su visión como empresa, por eso desea adaptar estrategias de Producción más Limpia, fomentando el desarrollo sostenible en sus procesos. Esta embotelladora se encuentra ubicada en Chía - Cundinamarca desde el año 2016 y tiene una superficie de aproximadamente 100 m².

2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente en Colombia las pymes, en su necesidad de surgir y de expandir su negocio, necesitan una correcta asesoría para aumentar su competitividad en la industria de una forma sostenible, ya que de esta manera obtendrán buenos beneficios, y adicionalmente contribuirá con el cuidado al medio ambiente, además de cumplir con la normativa ambiental, lo cual asegurará un buen funcionamiento a futuro.

Para los ingenieros ambientales, trabajar en el tema de implementación de estrategias de producción más limpia en las organizaciones, es de vital importancia, ya que aportan una solución a las diferentes problemáticas ambientales originadas por las formas de producción, planteando alternativas de prevención y minimización de impactos ambientales, sin afectar la productividad e incrementando los beneficios económicos para las compañías, sin importar si son pequeñas o grandes organizaciones.

La empresa BCGR SAS, es una compañía que tiene serias proyecciones de crecimiento a futuro, además al incursionar en el sector de manejo de alimentos saludables, sus procesos deben tener una alta exigencia en cuanto a la calidad y cumplimiento legal para poder operar de forma transparente; ante esta situación, la empresa busca aumentar su prestigio en la industria, interesándose en conocer estrategias de producción más limpia, para que en su proceso de expansión puedan aplicarlas, teniendo más herramientas para un crecimiento sostenible, posicionándose mejor en el mercado, vendiendo a sus clientes la imagen de cuidado al medio ambiente y consciencia ambiental, dándole un valor agregado a su producto.

3. OBJETIVOS

3.1.OBJETIVO GENERAL

- Formular una estrategia para la mejora del desempeño ambiental en la embotelladora BCGR SAS ubicada en Chía – Cundinamarca.

3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico con enfoque ambiental de los procesos realizados en la embotelladora, identificando principalmente los puntos críticos con enfoque en el ciclo de vida del producto.
- Diseñar programas enfocados a la gestión de los puntos críticos identificados.
- Diseñar el plan de seguimiento a los proyectos de gestión propuesto.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. MARCO HISTÓRICO

A raíz de la evolución en el sistema económico que empezó a tener la humanidad, la cual tuvo su mayor auge hacia los años 1800, más exactamente en Europa, donde con ayuda de la tecnología de esa época, se construyeron grandes fábricas de manufactura, textiles, minería, construcción, etc., proceso que con el tiempo generó la llamada Revolución Industrial, el hombre aumentó significativamente el impacto en el ambiente generado por las fuertes descargas de contaminantes líquidos, sólidos o gaseosos, además de las formas de explotación de la materia prima las cuales no poseían un debido control, ya que según el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente UNEP, en estos tiempos no había una regulación legal en cuanto a la gestión ambiental, en gran parte por el desconocimiento de las consecuencias que pudiera traer a futuro (UNEP, 2002).

Con el paso del tiempo se empezaron a sentir las secuelas que dejaron estas fábricas, afectando directamente la salud de la población, dañando la calidad de los ríos y del aire, cercanas a las comunidades urbanas; a raíz de esta problemática que se estaba generando, algunas personas, instituciones, entidades, personalidades y países comenzaron a abordar con mayor importancia este tema. Como también lo mencionó la UNEP, hacia el final de los años 80, en Estados Unidos y Europa, las entidades ambientales, dieron a conocer su punto de vista con respecto al manejo de las basuras o residuos, y la contaminación producida por las industrias, de lo cual se concluye que el manejo de los desechos podría ser tratado de mejor manera y no como se había venido haciendo, buscando sensibilizar a estas empresas para que tuvieran control sobre sus residuos, para de esta forma prevenir los impactos generados (UNEP, 2002).

Ante esta situación, en el mundo se iniciaron investigaciones para profundizar en el tema, y las conclusiones más importantes según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente o PNUMA fueron que en casi cualquier empresa, si se hacía un análisis sistemático profundo en las fuentes de contaminación se podría llegar a reducir el costo de producción, análisis al cual se le denominó “overthe pipe” (PNUMA, 2002).

Después de esto el PNUMA, también menciona que la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, reunió la información de todas esas investigaciones, las conclusiones, ideas y métodos extraídos de allí para oficializarlos ante el Congreso mediante un acta, asignándole el nombre de “Pollution Prevention”, por lo anterior, se deja como objetivo claro, el

mencionado control o prevención de la contaminación antes de terminado el proceso, para evitar ser tratados al final del proceso, tema el cual también fue analizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); esta entidad europea, para englobar los conceptos de prevención, control en los procesos, optimización, mitigación de la contaminación, le asignó el término de “Producción más Limpia” o “P+L” (PNUMA, 2002).

Adicional a esto en la Cumbre de Río, celebrada en 1992, se crea un documento que es base para el desarrollo de la P+L llamada la Agenda 21, que contiene 34 capítulos, en la cual según la UNEP, se estipularon programas con el objetivo de aportar en el proceso del desarrollo sostenible, que sea aceptado tanto, social, económica, cultural y por supuesto ambientalmente, centrado en tecnologías de prevención y reciclaje (UNEP, 2002).

Como lo mencionan las entidades ONUDI y el PNUMA, unieron esfuerzos y conocimientos en 1994, para crear un programa el cual buscaba crear redes de centros de P+L en los países desarrollados y en vía de desarrollo, con la cual se compartiría información, experiencias, investigaciones, teniendo como referencia este avance, con el paso del tiempo empezó a tener mucha acogida llegando a llamar la atención de organizaciones importantes como el Banco Mundial, la Organización Internacional del Trabajo, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, entre otros, las cuales hicieron aportes económicos para impulsar este programa.

Como menciona Muys, Hacia 1998 en Corea se celebra el Quinto Seminario de Alto Nivel en P+L, donde la UNEP, en compañía de personalidades influyentes en el mundo político y económico, dan a conocer la Declaración Internacional en Producción Más Limpia, con el anterior acontecimiento se fortalece el compromiso de ellos para intensificar el uso y la promoción de los programas de P+L, en todo el mundo (Muys, 1997).

En el año 2002, en la Cumbre de la Tierra en Johannesburgo, se propuso en sus planes, establecer programas y centros de producción más limpia para cambiar la forma en la cual se llevan los procesos que no son sustentables en las empresas, aportando asesoría profesional para avanzar en el objetivo más grande que tenía esta Cumbre que es el desarrollo sostenible. Los países apoyaron la idea, adoptando políticas nacionales, e inversión en este tipo de programas. Sin embargo, como menciona Smith, también se observó que en los países subdesarrollados las políticas ambientales eran muy frágiles y para esto el PNUMA colaboraría en ayudar a estos países a fortalecerlas, para que los países latinoamericanos se unan a la iniciativa (Smith, 2005).

La prevención y la P+L, comenzaron a ser ejes centrales en el mejoramiento del desempeño ambiental de las empresas en conjunto con los intereses

económicos y sociales de las entidades, y para reforzar estas ideas, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe o CEPAL menciona que 12 países que hacen parte de la Comunidad Europea, en el año de 2006, se reunieron para firmar una declaración encaminada a la ecoeficiencia y su directa relación como parte fundamental de las políticas ambientales (CEPAL, 2006).

4.1.1. Evolución histórica de la Producción más Limpia en Colombia

La Constitución Política colombiana de 1991, reformuló toda la política del país, en todos sus ámbitos, incluyendo la parte ambiental, en esta constitución se establecieron nuevos mecanismos para la protección del ambiente. Con estas modificaciones al siguiente año, la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia crea un comité ambiental para tratar el manejo de éstos temas en conjunto y en el año posterior a este es aprobada la ley que crearía el Ministerio del Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental o SINA.

A su vez en 1994, se incluyó como eje fundamental en el Plan Nacional de Desarrollo la Producción Más Limpia, que como lo mencionaba el Ministerio de Ambiente de la época, en ese momento se generó una expectativa sobre el costo que implicaría cumplir con la nueva normativa ambiental. Para esto se contó con el apoyo de expertos holandeses en el tema para asesorar los programas de prevención de la contaminación (Ministerio de Ambiente, 2018).

El próximo paso fue una reunión entre los presidentes de los gremios importantes del país, ministros, el presidente, y otros integrantes del gobierno, en el cual se firmó la Declaración Política de Producción Más Limpia en donde se denotó el interés del gobierno por impulsar el desarrollo sostenible en el país. Para el año de 1996, como referencia Villegas, se firmaron convenios de P+L entre gremios con autoridades ambientales para trabajar unidos, y en 1997, el entonces llamado Ministerio del Medio Ambiente adoptó la Política Nacional de Producción Más Limpia, que fue nombrada como complemento de la legislación ambiental. Por lo anterior, se dice que el objetivo principal de esta política, era prevenir o minimizar los impactos y los riesgos a los seres humanos y al ambiente, garantizando la protección ambiental, el crecimiento económico, el bienestar social, y la competitividad empresarial (Villegas, 2007).

Desde ese año y hasta el 2005 se crearon varios programas con el objetivo de mejorar procesos, con lo cual se crea el Centro Nacional de Producción Más Limpia, programas de excelencia ambiental y espacios para poder discutir sobre estos temas, que según Lara, en este mismo año, se remite la norma de residuos peligrosos en la cual se incluye la prevención como estrategia principal para disminuir la contaminación, denotando un avance ya que se incluyeron aspectos obligatorios para las empresas (Lara, 2003).

Lara también menciona que, alterno a la Política de P+L, y en complemento con ella, en el país se estaban impulsando dos programas que promovían estas estrategias en las empresas, los cuales eran el Proceso de Responsabilidad Integral de Colombia y el Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible, que a propósito se reflejó en que los dirigentes de las grandes empresas privadas tomaron la iniciativa de mejoras en el desempeño ambiental, y se avanza más rápido con este objetivo, sin que necesariamente las autoridades tengan que intervenir o que las políticas tengan que cambiar, además que fue una unión entre varias empresas lo cual facilita e impulsa el desarrollo de esos programas.

Hacia el año 2002, se hizo una combinación entre los ministerios de ambiente y de desarrollo económico, quedando como el Ministerio de Vivienda, Ambiente y Desarrollo Territorial; al unirse éstos dos y con preferencias por parte del gobierno en otros asuntos, según Echeverry, el tema de la P+L quedó marginado, quedándose casi sin presupuesto y frenando el impulso que se estaba teniendo en el país con el tema, aunque con el Plan Nacional de Desarrollo del 2006 se volvió a abordar el tema, y sucesivamente devolviendo la importancia que se le había quitado. Se puede notar, que la P+L tuvo una gran importancia y avance, en los primeros años, pero que, con el cambio de gobierno, y no haberse podido consolidar más con el tiempo, dejó de lado las ideas con las cuales fueron iniciadas (Echeverry, 2007).

Con los convenios que se firmaron entre las empresas y el Ministerio del Medio Ambiente, se concluyó que la implementación de las estrategias de P+L si son efectivas, ya que diferentes industrias que la adoptaron pudieron ver resultados contundentes, como por ejemplo, según Herrera, la industria del azúcar que redujo casi a la mitad el consumo de agua, además de las empresas que firmaron el convenio de La Palma, redujeron en un 95% sus vertimientos, entre otros casos más de éxito que se obtuvieron (Herrera, 2007).

Los beneficios tributarios son un eje para el impulso de la implementación de estas estrategias en las empresas, con lo cual Villegas menciona que para esto a nivel nacional se estableció una exención del cobro de IVA para bienes ambientales y reducción de la renta líquida o impuesto de renta en inversiones que tengan que ver con el ambiente. Por lo tanto, a nivel municipal el beneficio está en una disminución en el costo del impuesto de industria y comercio, además del impuesto predial (Villegas, 2007).

Un tema que no había sido tratado a fondo, es el estudio de impacto que tenía el ciclo de vida de un producto, y para esto en el 2007 se introdujo la primera norma que se encarrilaba hacia el pos consumo, específicamente para plaguicidas, baterías, fármacos, celulares y cartuchos. Uno de los casos

más exitosos se dio en el 2005, como lo menciona la Organización para el Desempeño Empresarial Sostenible o ODES, cuando Corpocaldas en asociación con industrias regionales, invirtieron 340 millones de pesos en un programa de 10 meses, donde al final se obtuvo un ahorro de 1.560 millones de pesos, incluyendo buen manejo hídrico, energético, y disposición final de residuos (ODES, 2006).

Como dato adicional a la política ya mencionada, existen entidades que financian a organizaciones enfocadas a implementar estrategias de prevención a la contaminación, que como lo menciona el Departamento de Administración del Medio Ambiente o DAMA, están el programa BID-SINA, El Programa de Gestión Ambiental Productiva y el Banco Iberoamericano de Desarrollo, además de un convenio que se tiene con el gobierno suizo llamado Línea de Crédito Verde del Centro Nacional de Producción Más Limpia (DAMA, 2002).

4.1.2. Plan Nacional de Producción y Consumo Sostenible

Retrayendo lo establecido en el año 2002, en el cual según el Ministerio del Medio Ambiente, se formula el Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes para juntarlo con la Política Nacional de Producción Más Limpia, para crear un documento que se dio a conocer en el 2010 llamado Plan Nacional de Producción y Consumo Sostenible, y por consiguiente se busca encaminar el cambio de los patrones de Producción y Consumo de los habitantes del país para que se haga de forma sostenible, además de aumentar la competitividad de las empresas y beneficiar a la población. También busca que las empresas implementen Buenas Prácticas en sus procesos, se posicionen a nivel nacional e internacional, crear una cultura en la población en la manera de consumir y fortalecer las instituciones que regulan e impulsan el Desarrollo Sostenible (Ministerio de Ambiente, 2014).

El objetivo general de esta política queda definido como Orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana hacia la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la competitividad de las empresas y al bienestar de la población. Y los objetivos específicos:

1. Generar una masa crítica de empresas que posicionen las buenas prácticas, así como los bienes y servicios sostenibles, en el mercado nacional e internacional.
2. Crear una cultura de producción y consumo sostenible entre instituciones públicas, empresas y consumidores.
3. Fortalecer el marco institucional que impulsa la producción y el consumo sostenible dentro el territorio nacional

Los retos que tiene el país con el paso del tiempo al querer implementar una Política guiada al Desarrollo Sostenible son muchos y que se verán reflejados en los indicadores que se establecen en la política, entre estos retos podemos encontrar, la intervención en el comportamiento de muchos actores involucrados lo cual tiene un alcance muy amplio complejo de alcanzar, también que las organizaciones tengan la disposición de adquirir conocimientos y tecnologías limpias que guíen a su propia sostenibilidad, la responsabilidad de las instituciones para integrar todos los elementos que intervienen en el sistema económico del país, involucrando también a las universidades o centros educativos para aportar la cultura del consumo y producción sostenible, haciendo que la población civil también se una a este fin (Ministerio de Ambiente,2014).

4.2.MARCO TEÓRICO

4.2.1. Producción más limpia en contexto para un desarrollo sostenible

Cuando se habla de mejoras en los procesos que conlleven a un mejor desempeño ambiental, los dueños de las empresas suelen pensar que esto es un gasto más para ellos, sea para implementar nueva tecnología, o cumplir con las normativas. En este punto es donde entra la producción más limpia, que surge como una herramienta para mejorar el desempeño ambiental, beneficiando económicamente a la organización, con la reducción en costos de producción y además de aumentar tal producción. Según Varón, este objetivo se puede lograr con la implementación de buenas prácticas en los procesos, las cuales no necesitan de mucho capital para su uso, reduciendo su impacto al ambiente. Sin embargo, para las empresas grandes, es más accesible contratar profesionales enfocados en la gestión ambiental, pero en las pequeñas y medianas organizaciones, no es tan accesible contratar personal dedicado a ello, por lo cual esto se convierte en un reto para la P+L (Varón, 2017).

Hay que aclarar que la P+L es una estrategia preventiva, y se centra en cada uno de los procesos, los productos generados en ellos, y el uso que se le da a las materias primas, con sus respectivos insumos, y su propósito es disminuir o suprimir al máximo los residuos antes de ser originados; aunque como menciona López, hay que aclarar que tener una producción completamente limpia es complejo en cuanto a su concepto, ya que generar residuos es parte de un proceso, entonces lo que se busca es evitar la indebida generación de estos, por lo tanto, se consideran pérdidas económicas al resultado del mal uso de los recursos además que estos se dirigen al ambiente, que termina contaminándolo (López, 2016).

A través de los años se ha demostrado que a medida que pasa el tiempo, después de haber implementado estas estrategias, el beneficio económico es muy positivo, además de cumplir con el verdadero objetivo de cuidado ambiental, si se compara con los otros métodos existentes, los cuales se basaban en tratar los residuos al final del proceso, que en muchas actividades industriales este tratamiento resulta muy costoso, y sin embargo no se logra su reducción total, afectando el ambiente, mientras que con la P+L y su enfoque preventivo, como también dice Tovar, se puede implementar en cualquier industria, desde técnicas muy básicas como cambios sencillos en las formas de ejecutar los procesos, hasta la inversión en otras tecnologías, cambios de proveedores con mejor calidad en materias primas, o cambios de insumos; en otras palabras, abarca soluciones para todo tipo de capital e industria (Tovar, 2014).

Según Van Hoof, se puede concluir que la P+L tiene un impacto directo en 5 aspectos importantes de una organización, como lo son: en los procesos, en los productos, en reducción de riesgos, reducción de costos y los beneficios obtenidos, a continuación, se explican estos 5 aspectos (Van Hoof, 2008).

En cuanto a **los procesos**, se busca reducir materias primas contaminantes, la cantidad de emisiones, antes que termine el proceso. Ahora, en **los productos**, se espera que se reduzca el impacto que genera desde su producción hasta su disposición final, es decir a lo largo del ciclo de vida. Implementado estas estrategias se denota una **reducción de riesgos** para toda la comunidad implicada, es decir, los operadores o trabajadores, los consumidores del producto y la comunidad. En la **reducción de costos**, se reducen gastos en la producción, la compensación por daños al medio ambiente, en servicios de salud, y en los gastos que implican los tratamientos la final de la cadena productiva.

Por último, el **beneficio obtenido**, se puede dividir en tres aspectos relevantes: beneficios financieros, comerciales y de operación. La organización se beneficia financieramente al disminuir sus costos por mejorar el uso de recursos de producción tales como insumos y materias primas, también al ahorrar agua o luz, etc. La UNEP también menciona que la organización se beneficia comercialmente porque, sus productos tendrán un mejor posicionamiento en el mercado, la imagen y competitividad en la industria será más alta, lo cual puede hacer que sea más accesible en la apertura de nuevos mercados, aumentando sus ventas. Con relación a lo anterior, operativamente se mejora la eficiencia en los procesos, además de mejorar en cuestión de salud y seguridad en el trabajo, mejores relaciones con la comunidad y motivación por parte del personal (UNEP, 1995).

El ahorro es un concepto importante en P+L, ya que, si el fin es ahorrar recursos económicos, se debe implementar una política, ligada al ahorro de materias primas, de energía y producir menor cantidad de desechos; en diferentes proyectos se ha concluido que más del 45% de los desechos se pueden reducir con cambios básicos en los procesos y sencillas medidas de manejo como lo dice la UNEP. Además, el Banco Mundial, afirma que se puede lograr un promedio de disminución en la contaminación del 25%, sin que las empresas inviertan, y si la organización decide invertir, puede llegar hasta el 45% o más de reducción, recuperando su capital en unos meses (Banco Mundial, 1998).

Ya vistos muchos de los conceptos que abarca la P+L, hay que recalcar los actores que se involucran en el desarrollo de esta. Por una parte, las autoridades, tanto nacionales como regionales, asegurándose que se cumplan las normas establecidas, teniendo un control mayor, sobre las empresas del sector, por otra parte, a la cual hace mayor hincapié Dobes, las consultorías patrocinadas por estas autoridades también son importantes, para que los dirigentes industriales, puedan obtener información profesional y así obtener una guía para implementar los programas de acuerdo a su actividad comercial específica (Dobes, 2000).

Otros actores directamente relacionados serían los gremios, que también poseen un papel importante, ya que representan la parte del sector trabajador, sirviendo de enlace entre las sugerencias de los que operan directamente la industria, y compartiendo información valiosa para mejorar los programas. Berkel hace mención en que las Universidades, contribuyen con investigación, estudiando el tema a profundidad, desde sus inicios, su trasfondo y su evolución, también compartiendo, información nueva y aportando conclusiones de distintos estudios hechos, para mejorar el desarrollo del concepto; además, la comunidad también es un actor importante ya que en cierta manera, es la que se ve directamente afectada por el mal manejo de la parte ambiental por parte de las empresas, por lo tanto ellos tienen una posición primordial para integrarse, y por último las empresas que son el actor principal, para asegurar que los programas de P+L sean efectivos, en conjunto con los demás actores ya mencionados (Berkel, 2006).

4.2.2. Principales herramientas de P+L

Para implementar estrategias de producción más limpia en una organización con su respectivo enfoque preventivo, se necesitan de herramientas que ayudaran a construir tal fin, según Van Hoof, estas herramientas deben ser vistas de forma complementarias y no independientes unas de las otras de acuerdo a las necesidades de la empresa, para que a través de la información

que nos pueden brindar ellas, establecer los objetivos para las alternativas que se vayan a plantear. Estas herramientas son:

- Revisión inicial ambiental o RIA
- Ecomapa
- Ecobalance
- Matriz MED y análisis de ciclo de vida
- Auditorías
- Ecoindicadores
- Costos de ineficiencia
- Buenas practicas
- Análisis del ciclo de vida (ACV)

Para comprender mejor las herramientas y lo útiles que pueden ser de acuerdo a los objetivos que tengamos, estas se pueden clasificar de acuerdo a la función que tengan, de la parte del proceso productivo en las que actúen o los tipos de resultados que se pueden obtener (Van Hoof, 2008).

En cuanto a las herramientas que se basan en su **función**, están relacionadas con la gestión ambiental que se tenga en la organización. En la Tabla 1 se puede observar que esta clasificación contiene subdivisiones de esta manera:

Tabla 1. Descripción y tipo de uso para herramientas según su función

TIPO	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTA
DIAGNÓSTICO	Identificar y cuantificar las partes del proceso o del ciclo de vida del producto que afectan al ambiente	-Ecobalance
PLANEACIÓN	Procedimientos o rutinas para el desarrollo de las estrategias.	-Evaluación de Impacto Ambiental -Auditorías -Ecoindicadores
PRIORIZACIÓN	Evaluación y prioridad a problemas ambientales	-Costos de ineficiencia
MEJORA	Determinar cuál es la mejor opción de mejora en los procesos	-Buenas prácticas -Ecodiseño -Benchmarking

Fuente: El Autor, 2017

En la Tabla 2 se muestran las subdivisiones de las herramientas clasificadas según el **tema de análisis**:

Tabla 2. Descripción y tipo de uso para herramientas según el tema de análisis

TIPO	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTA
ENTORNO	Impacto que tiene una actividad en su entorno	-Análisis de riesgos -Análisis de tecnologías -Análisis sociales -Análisis de impactos ambientales
ORGANIZACIÓN COMO UN TODO	Análisis del desempeño ambiental total de la empresa	-Auditorías -Indicadores de desempeño
CADENA DE PRODUCCIÓN	Estudio del producto de acuerdo a la etapa del proceso	-Análisis de flujo -Análisis de ciclo de vida
PROCESO	Se centran en los impactos generados por proceso como unidad	-Ecobalances -Diagramas de procesos
PRODUCTO	Identificar entradas y salidas de materia y energía	-Ciclo de vida de producto -Ecodiseño

Fuente: El Autor, 2017.

Por último, las herramientas relacionadas con el **tipo de resultados** que aportan, se pueden categorizar en cuantitativas, y cualitativas; estas últimas nos ayudan a identificar los impactos y podemos utilizar herramientas como la evaluación de impacto ambiental o las matrices de resumen de producto.

Las de tipo cuantitativo, nos pueden aportar datos absolutos mediante indicadores de contaminación, uso de algún recurso, o de energía, y datos relativos, que son el resultado de la comparación del desempeño ambiental de una unidad de la organización con su total.

El Análisis de Ciclo de Vida o ACV es muy importante, ya que muestra desde el inicio del proceso de un producto hasta que termina en su disposición final, muestra impactos ambientales en cada una de las etapas de la cadena productiva, que puede causar alteraciones sociales, en el suelo, aire, agua, calidad de vida, etc., las cuales se deben mirar de forma integral y no como impactos independientes uno de los otros. Por ejemplo, en la producción de “x” producto, en su extracción se producen impactos al suelo y al aire, luego en su producción, genera un consumo de energía, en su distribución, mediante los medios de transporte puede impactar la calidad del aire, cuando llega al consumidor también puede consumir energía y cuando este lo desecha causa alteraciones en el suelo o el agua, y en la calidad de vida de otros lo cual puede causar problemas sociales también. Según la UNEP, a este concepto, de analizar un producto desde su extracción hasta su final se le denomina impactos ambientales desde la cuna a la tumba (UNEP, 2001).

Con un estudio profundo de ACV, Cuellar menciona que podemos obtener información clave para establecer decisiones con el fin de mejorar la calidad ambiental de la organización, esto último es válido aclararlo ya que con esta herramienta se busca sólo enfocarse en el aspecto de los impactos ambientales, ya para analizar su implementación se debe complementar con las otras herramientas mencionadas, para debatir costos, necesidades u otros intereses de la empresa (Cuellar, 2008)

Van Hoof también menciona que para estandarizar los procesos y determinar el ACV de un producto, la UNEP estableció cuatro pasos a realizar enfocando estos a dos acciones principales: el inventario de ciclo de vida, donde se muestran todos los parámetros que pueden llegar a ocasionar efectos en el medio ambiente, y la segunda, la asignación de impactos donde con los parámetros establecidos, se enlazan con categorías ambientales establecidas con anterioridad (Van Hoof, 2008).

Estos pasos, seguidos uno del otro, empiezan por la definición del objetivo y alcance, donde se establece el producto a analizar y la unidad funcional base con la cual comparar. Luego se realiza un análisis de inventario, donde mediante una forma contable se reportan los consumos de energía, insumos, materias primas, emisiones, etc., en cada proceso y se plasma un diagrama de procesos. La UNEP propone que después se debe evaluarlos impactos, donde se clasifican y caracterizan de acuerdo a las categorías ambientales establecidas, y por último, interpretar los resultados, donde se buscan las estrategias o alternativas para reducir impactos en cada uno de los procesos (UNEP, 2001).

4.2.3. Etapas de las empresas en el proceso de mejorar su desempeño ambiental

Las organizaciones que deciden mejorar el desempeño ambiental, sea por cumplir normativas ambientales, obtener beneficios tributarios, o aumentar su competitividad, pasan por unas etapas generales las cuales se mencionaran, para comprender de mejor manera el comportamiento de una organización en su evolución, según Van Hoof, se categorizan cinco etapas principales en las cuales cada una tiene sus características que definen los momentos de las empresas:

La primera etapa que se puede observar, es la indiferencia e ignorancia que hay hacia el tema, ya que su principal objetivo, es sobrevivir y surgir en la industria, normalmente estas organizaciones son informales, lo que hace que para las autoridades sea más difícil su control. Luego pasan a una segunda etapa, en la cual las autoridades entran a regular las actividades, y estas empresas lo que buscan es cumplir con las leyes ambientales para seguir operando, normalmente utilizan sistemas de control al final del proceso, que según lo mencionado en la evolución histórica del concepto, es lo que se quiere erradicar, generando así una problemática ambiental, mencionada también por Reyes, ya que por un lado están cumpliendo con la norma ambiental, pero por otro lado no están aportando efectivamente al desarrollo sostenible (Reyes, 2010).

En su desarrollo, las empresas van avanzando en su contexto económico, y luego se empieza a denotar una tercera etapa la cual es la optimización de los procesos, en donde se enfocan en el control de riesgos y cumplir con una responsabilidad ambiental, obteniendo beneficios a lo largo del tiempo, teniendo personal especializado, invirtiendo para tal fin y otra serie de prácticas que ya van encaminando a la organización hacia el concepto inicial. Luego de optimizar los procesos, se viene una cuarta etapa, que como dice Van Hoof, es optimizar los productos, donde ya existe la plena conciencia de evitar la contaminación que tratarla, dando un enfoque más cercano hacia el ciclo de vida del producto y la reducción en el impacto que este pueda llegar a tener. Por último la etapa final a la que conlleva toda esta cadena es la calidad ambiental, donde la empresa tiene todos sus procesos optimizados, y el factor ambiental es decisivo en todas las operaciones que realizan, siendo sostenibles en el tiempo (Van Hoof, 2008).

4.2.4. Barreras que impiden la aplicación de estrategias de P+L en las empresas

Retomando la idea que el fin de la P+L es aumentar la competitividad de las empresas, su producción y proteger al ambiente, en la cual todos los actores involucrados salen beneficiados, habría que preguntarse cuáles son las razones que hacen que aún no se haya tenido una aplicación de esta en grandes magnitudes y en forma general.

Hoffman menciona que las barreras existentes, se pueden clasificar en dos aspectos, al entorno de la empresa y al interior de la empresa. Esto quiere decir que las que tienen que ver con el entorno, son aquellas en las cuales la organización no puede tener un control, pero si puede intervenir en ellas, disminuyendo o previniendo su impacto. Por ejemplo, que, según el momento, no exista todavía tecnología o formas de mejorar el ejercicio industrial. Otro obstáculo que puede tener una empresa tiene que ver con el financiamiento, ya que para adoptar estrategias en su actividad, necesita de una inyección de capital, en este caso, el empresario se puede topar, con falta de ofertas para obtener la financiación, o altas tasas de interés, o por alguna otra condición que pueda haber para obtenerlo; también la falta de rapidez en los trámites, hace que aquellas empresas que buscan un retorno de inversión a largo plazo, sea desfavorable por la simple razón que primero necesitan sobrevivir (Hoffman, 2000)

A parte de estos obstáculos ya mencionados que la empresa no puede controlar también se encuentran las barreras legislativas, ya que las autoridades tienden a poner orden y control a las actividades industriales, induciéndolos a tratar los residuos o emisiones al final de proceso, siendo esta una solución a corto plazo, llevando así a que los impactos generados al ambiente sean vistos por sus consecuencias y no desde sus causas.

Ahora, la otra clasificación de las barreras que puede haber son los obstáculos generados al interior de la organización, que a diferencia de las otras, en estas la empresa si tiene control o implicación directa sobre ellas. Unos ejemplos claros de este tipo de barreras, son las de tipo tecnológico, que tienen que ver con la manera en la que convierten la materia prima en cada uno de los procesos, aunque es de aclarar que no siempre la P+L se trata de implementar nuevas tecnologías, sino de aplicar cambios sencillos en los procesos y buenas prácticas en ellos, en algún momento se hace necesario la implementación de estas, y en este punto se puede encontrar que aún no existan, o si existen que sean muy costosas, tanto para adquirirlas como para mantenerlas. Una solución a este inconveniente, según Chamorro, puede ser que se masifique la comercialización de ellas para que, por ley de oferta y demanda, su precio

disminuya y así pueda haber un mejor acceso económico, aunque en países en vía de desarrollo es otra problemática a tratar (Chamorro, 2013).

Otro tipo de barreras que la organización pueda controlar, son de tipo organizacional, es decir, empezando por orden de jerarquía, que las cabezas, no estén totalmente comprometidas con el tema, problemas de comunicación entre las diferentes unidades, poco o nulo personal capacitado y dedicado a la gestión ambiental, desconocimiento de la contaminación que generan en cuanto a sus fuentes, resistencia al cambio entre los operadores de los procesos, etc. Y por último las barreras de tipo económico, de manera interna que ya fueron mencionadas en las que no pueden ser controladas por la empresa, pero también pueden entrar en este campo, ya que, por ejemplo, se puede producir un miedo por parte de los dirigentes al riesgo que se asume al hacer la inversión y la rentabilidad de esta, el pensamiento de recuperar el dinero rápidamente, y no de verlo como una estrategia que va a perdurar a lo largo de los años, la ignorancia en los costos de cada uno de los procesos y lo que generan las ineficiencias en ellos, entre otros (Van Hoof, 2008).

4.2.5. Casos exitosos de aplicación de estrategias de producción más limpia.

Ya habiendo mencionado conceptos necesarios para comprender más a fondo la relación entre la Producción Más Limpia y el Desarrollo Sostenible, las características que esta tiene en cuanto a su desarrollo, ahora se mencionarán trabajos aplicados, en los cuales se obtuvieron experiencias muy valiosas, dejando registradas teorías de ejecución de esta clase de estrategias.

Se mencionaran tres casos que fueron escogidos entre muchos otros por los aportes que le puede dejar a este proyecto, el primero que es a nivel internacional, en el cual se puede observar cómo en otros países de Latinoamérica también se está trabajando fuertemente en este asunto, otro caso de una embotelladora colombiana, con el cual se relaciona mucho con este proyecto y del cual se podrá extraer información relevante, y el último de una empresa colombiana que también pertenece al sector de alimentos en el cual podremos observar también como en el país se están trabajando en diferentes sectores para cumplir con los objetivos establecidos en las diferentes cumbres internacionales.

a) Caso Grupo Casa Pellas

Premio a la excelencia 2010-2011 en Producción Más Limpia a la empresa Talleres Casa Pellas, con su proyecto denominado “Transferencia Tecnológica y PML en General” otorgado por la Comisión De Producción Más Limpia de Nicaragua.

➤ DESCRIPCIÓN GENERAL:

La empresa Grupo Casa Pellas, fue fundada en Nicaragua, más exactamente en la ciudad de Granada hacia el año de 1913. Esta empresa ofrece servicios automotrices, como reparaciones, balanceo, alineación, pintura, entre otros y este taller lo construyeron en la ciudad de Managua; la compañía ha adquirido máquinas de alta tecnología ya que buscan ser una empresa líder en su mercado y obtener una gran satisfacción por parte de sus clientes, además de contribuir con el medio ambiente y la gestión de la calidad.

➤ DIAGNÓSTICO:

La empresa decide hacer una inversión para construir un nuevo taller en el año 2006. Dentro de la proyección que tiene la construcción de este taller más de las instalaciones físicas, y de los requerimientos que necesitan para su actividad, consideran tener como uno de sus principales focos la prevención de la contaminación, implementando como estrategia la Producción Más Limpia.

Teniendo ya el conocimiento y la experiencia de los otros talleres que tienen, existe información para saber cuáles son los puntos en los cuales la empresa debe mejorar al construir un nuevo taller y aportar al desarrollo sostenible de la organización. Para tal fin, los aspectos a mejorar y a tener en cuenta fueron, el uso eficiente de la energía, apoyarse en la luz natural para disminuir consumo de electricidad, adquirir equipos de alta tecnología, que contribuyan al cuidado con el medio ambiente y a mejorar la producción generando más competitividad dentro de su sector, aislar térmicamente el edificio ya que de esta manera disminuirían ganancias de calor por la radiación del lugar, mejorar las operaciones en cada uno de los procesos, aumentando también la comodidad que tienen los trabajadores allí

➤ IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS:

Cómo fue mencionado anteriormente, la empresa se basó en la experiencia obtenida en los anteriores talleres, y las acciones de Producción Más Limpia que implementaron, después del diagnóstico realizado se basaron en tres pilares, el cambio de tecnología, cambio en la tarifa de consumo de electricidad y buenas prácticas. Estas fueron:

- Cambio de hornos: En los otros talleres la empresa utilizaba hornos de pintura en los cuales se utilizaba diesel como combustible, para esta nueva construcción la empresa adquirió hornos que utilizan quemadores de gas natural, el cual comparado con el diesel genera menos contaminantes, y aumenta en un 150% la eficiencia del proceso. El cambio de hornos permite que se dejen de generar 7000 kg de CO₂.

- La empresa realizó monitoreos para hacer un estudio del consumo energético del taller, con equipos especializados se registraron las potencias máximas que se lograron en cada área de la construcción en horas valle y punta. El estudio arrojó que de 10 de la noche a 8 de la mañana la potencia era de 200 kWh y en las siguientes 12 horas, era de 31 kWh, concluyendo que lo mejor era cambiar de tipo de tarifa eléctrica T4D a una de T4E.
- Cambio de equipos logrando una corrección en el factor de potencia de 0.98, evitando también posibles multas. de soldadura: Con el fin de obtener una mayor seguridad para los trabajadores y mejorar la calidad, se cambiaron los equipos de soldadura de oxiacetileno por equipos de soldadura de inducción eléctrica tipo MIG y de puntos.
- Cambio en el sistema de aire compreso: La empresa implemento un compresor especial de arranque variable, el cual evita cambios de energía generando picos en ella, logrando ahorrar el consumo energético y teniendo una eficiencia del 94%. El equipo se conecta a un sistema el cual contiene filtros de agua, trampas de grasa y secadores de aire, generando un aire seco con el 99% de calidad.
- Semi-automatización de equipos de lijado: En los anteriores talleres, los operadores realizaban el proceso de lijado de manera manual. Se adquirieron equipos neumáticos especializados en lijado conectados a un equipo de succión el cual abarcó el 60% del proceso, y además recolectando el polvo que se genera en esta actividad reduciendo un 80% la emisión de material particulado.
- Instalación de banco de compensación: Después del estudio de consumo energético que se hizo, se determinó que había equipos que afectaban el factor de potencia, y para esto se implementó un banco de compensación de 500kVa.
- Manejo adecuado de residuos: Se establecieron los principales residuos sólidos que la empresa genera, y estos fueron el aluminio, el cartón, lata y hierro. A estos residuos se les dio una prioridad en cuanto a su manejo, logrando reciclar estos elementos, ya que para otras empresas podían servir como materia prima, ya que lo pueden reutilizar o reciclar. Después de 9 meses se entregaron a otras empresas 164kg de Aluminio, 4407Kg de lata, 1000kg de Hierro y 869Kg de cartón.

- Reducción de uso de papel: Siendo el área administrativa la que más consume papel en la organización, se estableció un plan para reducir su uso, para esto se reutilizó el papel que se utilizó para registrar presupuestos y registros de repuestos que llevan más de 6 meses archivados, imprimiendo sobre la cara del papel que no fue utilizada. En el lapso de un año correspondiente al 2008-2009 se redujo en un 64% el consumo de papel
- En el proceso de enmascarado de los autos se utiliza papel espalmado, en un año se logró reducir en un 18% la cantidad usada, mediante la reutilización del material en el proceso de aplicación de base. Este porcentaje de papel ahorrado corresponde a 39 rollos de papel que tienen un peso de 160Kg, evitando de esta forma que sean arrojados contaminado más al ambiente.

➤ **PLAN DE SEGUIMIENTO:**

Para llevar un correcto control y registro de los resultados obtenidos al implementar las estrategias se establece un plan de monitoreo el cual cuantifica el cumplimiento de los objetivos en tres aspectos fundamentales:

1. Consumo de energía: Realizando un registro mensual el kWh por vehículo mediante las facturas y los vehículos atendidos.
2. Materiales: Teniendo como indicador las cantidades compradas al mes, mensualmente se registran las órdenes de compra y facturas.
3. Segregación de residuos sólidos: El indicador para este ítem son los kilogramos de residuos que se venden al mes a las empresas que se encargan de reutilizarlo.

➤ **CONCLUSIONES:**

Después de la construcción del edificio y la implementación de las estrategias de Producción Más Limpia que tuvo una inversión de 200.000 dólares, la productividad se vio incrementada en un 24%, además de disminuir gastos fijos en un 28% (CPMLN, 2011).

b) Caso Embotelladoras Unidas “EMBOL” S.A.

Este caso fue encontrado en el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles de Bolivia CPTS, el cual también es auspiciado por la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional USAID en el año 2000.

➤ DESCRIPCIÓN GENERAL:

Esta empresa se encuentra ubicada en Cochabamba-Bolivia, está en el sector de la industria de alimentos, más exactamente al embotellamiento de bebidas gaseosas. La planta tiene una capacidad para embotellar un promedio de 2.230 m² mensualmente, utiliza envases de vidrio, de plástico y no retornables de diferentes tamaños. La empresa decidió realizar una evaluación de sus procesos para implementar estrategias que les ayudara a reducir costos, ayudar al medio ambiente y aumentar su competitividad.

➤ DIAGNÓSTICO:

Dentro del diagnóstico de la empresa, se evaluaron todos los procesos que conllevaba la producción, desde el bombeo del agua, pasando por el tratamiento de agua, preparación de los jarabes, hasta su embotellado. Al evaluar todo esto, se encontró que por ejemplo en el proceso de lavado de botellas, se estaba produciendo exceso de soda cáustica, en los tanques de enjuague aumentando el consumo de agua.

En el área de lavado de filtro con velas, se observó que se estaba gastando mucha agua ya que la operación estaba durando más del tiempo necesitado, donde se eliminaba el carbón activado, y otras impurezas del jarabe.

La empresa también tenía un grave problema con el manejo de desechos líquidos, ya el jarabe sobrante en los procesos y otros productos devueltos, eran vertidos directamente al drenaje sin un tratamiento o prevención previa.

Dentro del control de calidad, se observaba que para analizar los jarabes, se desperdiciaba gran parte del mismo y este no lograba drenarse por completo en las tuberías correspondientes. Otro problema importante que se encontró es que se estaba utilizando mucho carbón activado granular ya que la resina utilizada en el proceso no resistía mucho la presión que se le estaba ejerciendo.

➤ IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS

- Optimizar funcionamiento de la lavadora de botellas: Se instalaron sopladores de aire, reduciendo así la cantidad de solución que se adhiere a las botellas. También se instaló una válvula que evita que el agua ingrese al parar la operación, logrando de esta manera disminuir el consumo de agua.
- Para controlar el tiempo de lavado de filtro de velas, se instaló un temporizador, y una válvula para que se parara el proceso cuando el

tiempo fuera el asignado, con esta estrategia se redujo considerablemente el consumo de agua.

- Fugas de agua: Dentro del programa de Producción Más Limpia, implementaron un control de fugas de agua en algún proceso, llevando un seguimiento continuo para evitar gastos de agua.
- Manejo de residuos: La empresa empezó a recolectar todos los desechos que eran vertidos al drenaje para entregarlos a terceros ya que estos los podían reutilizar para alimentar animales.
- Pérdidas de Jarabe: Para evitar que tanto jarabe se desperdiciara en el control de calidad, se instalaron dispositivos de drenaje, además de disminuir la cantidad de jarabe enviada a control de calidad, y con este nuevo sistema se estaba evitando que el jarabe se quedara adherido a las tuberías, lo cual llegaba a contaminar más.
- Se cambió la resina epóxica por una que era más resistente térmicamente obteniendo que el carbón activado granular tuviera más tiempo de uso.

➤ CONCLUSIONES:

Dentro de los logros más importantes están la reducción de consumo de agua, la disminución de uso de carbón activado granular y el evitar que las descargas con contaminantes fueran al drenaje. Ya que esta empresa tenía pensado construir otra planta, al corregir todas estas operaciones se evitaron 117.000 usd en la nueva construcción, además de también reducir mensualmente los costos de operación por 20.000 usd.

Aportando datos más concretos el consumo de agua disminuyó un 28%, el de carbón activado un 16%, y las pérdidas de azúcar en un 8%. Al evitar estas pérdidas de azúcar también se evitó una descarga de carga orgánica de 6,150 kg de DBO/año.

Lo más interesante para la empresa fueron los cálculos de retorno de la inversión ya que, según el capital invertido y los ahorros anuales que le producían, se encontraron con estos datos:

Reducción de consumo de agua - ROI de un 181%

Reducción de pérdidas de azúcar – ROI de un 56%

Reducción de consumo de carbón activado – ROI de un 250%

c) CASO VIKINGOS DE COLOMBIA

Este es uno de los casos de éxito expuestos en el Centro Nacional de Producción más Limpia de Colombia en el año 2002.

➤ DESCRIPCIÓN GENERAL:

Esta empresa se ubica en el sector de manufacturero de alimentos la cual procesa recursos hidrobiológicos. Se encuentra localizada en Cartagena, contando con 595 empleados. Esta compañía posee seis plantas en la cual se procesa atún, langostino, pesca blanca, harina de pescado, y servicio de deshuese, en donde manejan toneladas de volumen a tratar.

➤ DIAGNÓSTICO:

Se observó en la organización que había un consumo excesivo de agua en el proceso de enlatado, ya que esta empresa manejaba un volumen de 100.000 latas diarias por lo tanto era un punto crítico a corregir inmediatamente.

➤ IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS

- Se implementó un sistema de recirculación de agua para la esterilización de las latas, haciendo un encerramiento de los vertimientos de las autoclaves.
- Instalación de una bomba, una torre de enfriamiento acondicionando de esta manera la temperatura del agua, y la adecuación de una alberca para almacenar agua evitando su desperdicio.
- Se adaptó el proceso de cocción de colas y cabezas de atún, instalando también una tolva en las plantas de harina para los desperdicios del pez.
- Instalación de un tanque recolector de sangre en el área de sacrificios, para luego convertirlos en harina o en pasta, vendiendo estos subproductos, evitando sus desperdicios, y sacando ganancias económicas directas.

➤ CONCLUSIONES:

El consumo de agua cambió de 150 m³ por día a sólo 30m³, lo cual quiere decir que hubo una reducción considerable del 80%, siendo una de las estrategias más eficientes que hubo en el proceso.

La generación de residuos sólidos en cuanto a vísceras, agallas, sangre y colas del atún fueron reducidas en un 100% ya que se convirtieron en harina para obtener un subproducto, dejando de generar 2800 toneladas al año de estos componentes.

Para todos los sistemas que se adaptaron se hizo una inversión de 24.420 dólares, pero estos a su vez produjeron un ahorro anual de 30.677 usd. Resultados que fueron muy importantes siendo uno de los mejores casos de éxito de Producción Más Limpia en el país.

d) CASO BEBIDAS DEL PACÍFICO S.A.

En la Escuela Superior Politécnica del Litoral de Guayaquil-Ecuador, se desarrolló una tesis llamada “Aplicación de Casos de Producción más Limpia en una Embotelladora de Bebidas Gaseosas” en el año 2008, y para efectos de este trabajo, sirve como referencia de trabajos hechos en el campo de la Producción Más Limpia.

➤ DESCRIPCIÓN GENERAL:

Esta compañía se dedica al sector de alimentos, más específicamente a la elaboración de bebidas gaseosas, jugos y agua mineral, se encuentra ubicada en Guayaquil-Ecuador, planta que empezó su funcionamiento en los años 50. Es este país es una de las plantas productoras, mas grandes e importantes del sector siendo una de las líderes del mercado. Para el envase de sus bebidas, generalmente se usan dos tipos de envase, de vidrio o de plástico tipo PET, al ser el vidrio más costoso, en cuanto a su adquisición, procesamiento y lavado para ser reutilizado, las empresas han optado por utilizar el envase de plástico, y es en este proceso de fabricación de los envases dónde la empresa quiere reducir ineficiencias, ya que está comprometida con el cuidado al medio ambiente y la mejor continua.

➤ DIAGNÓSTICO:

Se hizo un estudio profundo sobre el proceso que se hace en la máquina sopladora-estiradora Krones Contiform S10, registrando cada detalle de la estructura de esta, y allí se detectó que en el sistema neumático, junto con los filtros de aire, el valor de las emisiones esperadas era mayor al esperado, es decir que el aire tenía más impurezas, haciendo que el sistema de alimentación de aire comprimido afecte los filtros, dañando la máquina, y bajando la calidad del producto.

También se detectaron fallas en lámparas de calefacción, pistones del área de estirado, variabilidad de varillas de estirado, en la válvulas de soplo, rodamientos de ventiladores, y rotura de la banda transportadora de las preformas. Por este tipo de fallas, se estaba observando que cada vez era

mayor el número de botellas que salían defectuosas, generando pérdidas en el proceso.

➤ IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS:

Al observar, que la mayoría de problemas que estaban ocurriendo era por errores en las máquinas y querer prevenir, se desarrollaron un conjunto de programas de mantenimiento de las máquinas. A los siguientes componentes fueron a los que se les estableció mayor atención en el mantenimiento:

- Lámparas Halógenas de Calentamiento de Horno
- Caja de Calefacción-Ventilador
- Sistema de Aire Compreso
- Filtro de Alta Presión
- Lubricación Unidad de estirado

Aparte de todas estas estrategias que, de fondo, tienen controles muy técnicos de parte de las personas encargadas en el área, también se hizo un programa de capacitaciones a los operadores de estas máquinas, con el fin de actualizarlos en el mantenimiento de estas, infundir buenas prácticas y conciencia sobre el cuidado al medio ambiente, ya que en ellos reposa la responsabilidad de lo que se lleve a cabo en ese proceso.

➤ CONCLUSIONES:

- Después de haber implementado las respectivas correcciones, los resultados que se obtuvieron fue que, en los próximos 5 meses, se obtuvo un ahorro de \$7.498,89 dólares, en los gastos generados en ese proceso, para lograr tal fin se hizo una inversión de \$25.574 dólares, con lo cual se tendría un retorno de inversión en 14 meses.
- Se redujo el porcentaje de desperdicio de las preformas de 1.95% a 1.21%.

4.3. MARCO CONCEPTUAL

Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 1981 estableció el concepto de **Producción más limpia** (P+L) como la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integral a los procesos y productos, con el objetivo de reducir riesgos al ser humano y al medio ambiente, de allí se expusieron los términos que acompañan el concepto para su mayor entendimiento.

Se entenderá al **desarrollo sostenible** como “desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”. Este concepto fue emitido por la UNESCO en 1987 en el Informe de la Comisión de Bruntland.

Un **proceso**, se definirá como un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado.

El concepto de **fin de tubo** será entendido como el uso de técnicas o tecnologías para el tratamiento de residuos sólidos, vertimientos, o emisiones una vez sean producidos, estas tecnologías no reducen la contaminación, sino que la captura y concentran, transfiriéndolos a otro medio.

Como uno de los pilares de la P+L es mejorar la **competitividad** de las empresas, esta se define como el valor agregado que entrega la empresa a sus partes interesadas, a saber: los inversionistas, los clientes, la comunidad, y los empleados, entre otros.

La **ecoeficiencia**, es el término usado para describir la distribución de bienes y servicios a precios competitivos, que satisfacen las necesidades humanas y brindan una calidad de vida, mientras que se reducen progresivamente los impactos ecológicos y el uso intensivo de recursos a través de su ciclo de vida, a nivel de la capacidad de carga de la tierra.

Revisión inicial ambiental o RIA: Esta herramienta es la primera opción que necesitaremos, ya que nos proporciona una imagen del contexto de la organización, encontrando los problemas ambientales que probablemente pueda haber. Primero, se realiza una reunión identificando las aéreas y el personal que corresponde a ellas, luego mediante encuestas o preguntas directas al personal de cada área, se recopila información, de las actividades que realizan, además de una revisión visual de estas. Por último, se realiza un informe, donde se plasman datos de los consumos de materiales, energía e insumos de los procesos, con sus respectivos desperdicios.

Ecomapa: Como lo indica su nombre, es un mapa o una representación gráfica del ordenamiento espacial en un lugar, que mediante dibujos se busca identificar entradas y salidas en los procesos, peligros, uso del agua, residuos (desde donde se crean hasta su disposición), consumo de energía, ruido, etc.

Ecobalance: Es una herramienta en la cual se pueden plasmar los flujos de entrada y salida dentro de un proceso, a manera de balance de materia y energía, en cuanto a recursos, materias primas, energía, residuos, etc., y de esta forma identificar cuáles son los procesos que están causando más ineficiencias

Matriz MED y Análisis de Ciclo de Vida: En esta matriz se involucran todos los impactos ambientales que genera la organización desde que se crea el producto hasta su disposición final. Se determina la relación entre todas las etapas del ciclo de vida y el impacto que va generando en toda la cadena productiva, analizando a fondo los materiales utilizados, el consumo de energía y los desechos producidos.

Auditoria: Es una manera de evaluar y revisar objetivamente la operación en todos los procesos de la organización, teniendo como enfoque la optimización de estos, para así también asegurarse del cumplimiento de las regulaciones ambientales, con la calidad y políticas de la empresa. Aunque también se pueden hacer auditorías específicamente en un área y no en todo, como por ejemplo en los riesgos, en el sistema de gestión ambiental, generación de residuos, etc.

Ecoindicadores: Son una medida de las condiciones o problemas generados para que así, pueda haber una comparación y tomar decisiones sobre las situaciones que están ocurriendo en la organización. De acuerdo a un tema de interés que se tenga, se identifica el estado técnico actual, se relacionan las causas y los efectos, con los indicadores, se interpretan y con esto se toma una decisión.

Costos de ineficiencia: Esta es la herramienta más importante a la hora de determinar las alternativas de P+L a implementar. Para hablar de ineficiencia, primero definimos eficiencia como la capacidad de un proceso de disminuir al máximo sus costos y sus consumos, y maximizar los beneficios esperados. Es decir, los costos de ineficiencia, son todos aquellos gastos generados por mal manejo ambiental, o de calidad, o de recursos u organizacional. Cuantificando las pérdidas que le está generando esto a la empresa, se pueden establecer estrategias de costo-beneficio a corto, mediano, o largo plazo para que, mediante la inversión de reducir estas ineficiencias, se vean beneficiados y puedan aumentar su competitividad, la cual es uno de los objetivos primordiales.

Buenas Prácticas: Buscando mejorar la competitividad de la organización y reducir costos, las buenas prácticas son una de las herramientas más importantes a tener en cuenta, ya que son cambios o medidas sencillas, que optimizan la forma en la que se llevan a cabo los procesos, por parte de la organización en áreas específicas, generando beneficios casi de forma inmediata con poca o nula inversión mejorando de esta manera la calidad ambiental.

4.4. MARCO LEGAL

Para que el desarrollo sostenible sea impulsado en un país, sea mediante cualquier estrategia propuesta, lo más importante es tener una integración entre políticas públicas con las políticas ambientales, ya que no se pueden tener como dos conceptos apartes en el orden de una nación, como si el orden social y las leyes ambientales fueran dos aspectos aparte, impartidas por instituciones diferentes una independiente de la otra, sino que deben ser relacionadas unas con las otras. Aunque en América Latina se está progresando en esta intención, aún hace falta mucho para que estos dos conceptos sean realmente integrales. A continuación, en la Tabla 3 se registran diferentes normas de la legislación colombiana, dirigidas hacia el desarrollo ambiental del país:

Tabla 3. Normas Colombianas relacionadas con el desarrollo sostenible según aspectos ambientales

NORMA	DESCRIPCIÓN	GENERALIDADES
AGUAS		
Ley 373 de 1997 del Congreso de Colombia	Uso responsable del agua	-Ahorrar y reutilizar el agua en los procesos -Establecimiento de normas para la calidad del agua
Decreto 3930 de 2010 Presidencia de la República	Tratamientos de residuos líquidos	-Prohibición para aquellos que dirijan sus vertimientos hacia calles o alcantarillados.
Ley 9 de enero 24 de 1979 Congreso de Colombia	Implementación de medidas sanitarias	-Permisos para vertimientos de aguas industriales -Establecimiento de las óptimas condiciones de aguas sanitarias -Tratamientos para residuos contagiosos -Prohibiciones con el manejo de vertimientos -Informar a las autoridades ambientales sobre los sistemas de tratamientos de aguas

Resolución 631 de 2015 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Límites permisibles de vertimientos a cuerpos de agua	<ul style="list-style-type: none"> -Se establecen los parámetros y los valores límites máximos permitidos para vertimientos para cuerpos de agua superficial y alcantarillados -Tratamiento para vertimientos con sustancias radioactivas -Valores límites máximos permisibles a nivel microbiológico de los vertimientos -Establecimiento de parámetros fisicoquímicos.
Decreto 3100 de 2003 Presidencia de la República	Tasas retributivas por uso directo del agua	<ul style="list-style-type: none"> -Responsabilidad de las autoridades ambientales competentes para el cobro por vertimientos a cuencas principales -Cálculo de tasas retributivas para empresas que producen vertimientos
Decreto 3440 de 2004 Presidencia de la República	Uso de aguas residuales tratadas	<ul style="list-style-type: none"> -Usos del agua residual tratada de acuerdo a su actividad económica -Otorgamiento de la concesión de aguas con planes de prevención establecidos por la empresa
RESIDUOS		
Decreto 4741 de 2005 Presidencia de la República	Manejo de residuos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> -Obligaciones del productor al tratar los residuos -Clasificación de los residuos peligrosos
Ley 1252 de 2008 Congreso de Colombia	Prohibiciones frente a manejo de residuos y desechos peligrosos	-Responsabilidad del generador desde su producción hasta su disposición final
Decretos 1713 de 2002 Presidencia de la República	Prestación del servicio público de aseo .	<ul style="list-style-type: none"> -Especificaciones sobre contenedores, recipientes, bolsas, etc. -Obligaciones del generador

GESTION		
Ley 1124 de 2007 Congreso de Colombia	Administración ambiental	-Se reglamente a las empresas medianas y grandes a tener dentro de su organización un departamento para la gestión ambiental
AIRE		
Resolución 2254 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Calidad del aire	<ul style="list-style-type: none"> -Límites permisibles de emisiones -Prohibición de uso de ciertos combustibles -Límites permisibles para ruido
Resolución 909 de 2008 Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Estándares para límites permisibles de emisiones	<ul style="list-style-type: none"> -Límites de acuerdo a la actividad -Parámetros según tipo y combustible utilizado
GENERALES		
Decreto-Ley 2811 de 1974 Presidencia de la República	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> -Suministrar información del manejo ambiental de cada empresa -Planes de contingencia -Regulación del uso de los recursos naturales por el Estado -Manejo de la disposición final para sustancias peligrosas
Constitución Colombiana	Derechos fundamentales	<ul style="list-style-type: none"> -Derecho a un ambiente sano -Protección al ambiente por parte del Estado
Artículo 80 de la Constitución Colombiana	Desarrollo Sostenible	-Responsabilidad del Estado para manejar y planificar los recursos naturales, garantizando su conservación o sustitución.

Ley 99 de 1993 Congreso de Colombia	Creación del SINA	-Planificación para la gestión ambiental de proyectos -Procedimientos de licencias ambientales.
Ley 1333 de 2009 Congreso de Colombia	-Repercusiones de daños ambientales	-Procedimientos para sanciones ambientales

Fuente: El Autor, 2017.

4.4.1. Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible

En el 2010 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial publica un documento en el cual se da conocer la integración entre Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible y el Plan de Mercados Verdes donde se tiene como objetivo el aumento de la competitividad de las empresas, aportando conocimientos acerca de cambios en la forma de producción y de consumo por parte de los colombianos, guiando de esta manera una economía más sostenible. Con esta Política se busca que todos los actores directos e indirectos involucrados en el desarrollo de los procesos de producción, aporten beneficios para que en conjunto se pueda lograr el objetivo; estos actores pueden ser los empresarios, gremios, entidades gubernamentales, empleados, centros de educación, etc. (MAVDT, 2010).

También se busca que los diferentes sectores industriales se relacionen entre sí, integrando toda la economía y no que cada sector adopte sus medidas de trabajo individualmente, formando de esta manera un sistema en el cual cada elemento interviene para la mejora de la sostenibilidad en el país y que el cambio en el proceso de alguno puede impactar a los demás.

Esta Política también fue creada para cumplir con la responsabilidad que el país tiene ante la participación en el Proceso Marrakech, dirigido por la Organización de las Naciones Unidas ejecutando lo pactado en la Cumbre de Johannesburgo.

La línea base de esta Política se basa en cuatro elementos principales los cuales son: la contribución a la sostenibilidad ambiental del capital natural del país, impulsar la competitividad empresarial, generar empleo, y la generación de capacidades de cultura en producción y consumo sostenible (MAVDT, 2010).

Para lograr los resultados concretos que se buscan en esta Política, el Plan está fundamentado en ejes fundamentales para que estos generen gran impacto en los indicadores establecidos cuantificando el cumplimiento de los objetivos establecidos, estos ejes son:

-Infraestructura Sostenible: Se habla que el Estado apoye proyectos a gran escala impulsando la sostenibilidad en ellos, para que se cree un modelo el cual se pueda replicar en otros proyectos más, como por ejemplo en el transporte público, en proyectos de generación de energía, de vías, etc.

-Investigación y Conocimiento: Involucrar a los Centros de Educación es un aspecto muy importante dentro del objetivo de mejorar la cultura de Consumo y Producción, además de incentivar a las entidades privadas a que se eduquen por ellos mismos mediante los programas que ofrecen las entidades públicas. Además de aumentar el financiamiento en proyectos de investigación que estén guiados en el Desarrollo Sostenible.

-Fortalecer las regulaciones: Busca que las instituciones o autoridades ambientales mejoren cada vez más su capacidad de seguimiento y asesoramiento para las empresas guiándolas hacia un posicionamiento nacional y globalizado. Por ejemplo, en la capital del país, se creó el Programa de Excelencia Ambiental Distrital (PREAD) el cual busca darle beneficios tributarios a las empresas que contribuyan al desarrollo sostenible apoyados en la Resolución 5589 de 2001.

-Negocios Verdes: En este punto se trata el tema de fortalecer los negocios verdes que ya existen y que sirvan para promover nuevos proyectos que ofrezcan productos y servicios con una alta calidad ambiental lo cual también aumentaría la generación de empleo. Para lograr este fin también se aumentan los espacios donde se puedan compartir y exponer los proyectos como en ferias, además de otorgar premios a aquellos que estén potenciando sus negocios verdes.

-Responsabilidad del Consumidor: Con esta estrategia el foco es crear en la población una cultura donde el consumidor final sea participe de los procesos de sostenibilidad al momento de adquirir los productos o servicios, como en la industria de alimentos, transporte, hotelería, turismo, etc.

-Interrelacionamiento: El principal objetivo de esta estrategia, se encuentra en que las empresas individualmente optimicen sus procesos, mejorando el uso de los insumos y recursos, adopción de tecnologías limpias, implementación de buenas prácticas y comercialización de sus productos sostenibles para luego ser encadenados a otras empresas y elementos para que mediante la unión de

las empresas se logren cambios en conjunto lo cual aumentaría los impactos en los indicadores de este tipo (MAVDT, 2010).

4.5. MARCO DEMOGRÁFICO Y GEOGRÁFICO

La embotelladora BCGR SAS, se encuentra ubicada en el sector de la Vereda Bojacá, sector El Bosque, correspondiente al municipio de Chía-Cundinamarca, esta zona se caracteriza por un clima frío, por una geografía de sabana a unos 2.580 metros sobre el nivel del mar. Este municipio cuenta con una población total de 132.691 habitantes según el censo hecho en 2017 por el DANE.

Las principales actividades económicas de este sector son la agricultura, floricultura, y ganadería; otras actividades que también se desarrollan son la producción de lácteos, manufactura, artesanías, y por su cercanía con la capital del país, el turismo también hace parte importante de su economía, ofreciendo sitios de gastronomía y entretenimiento como bares.

Esta empresa fue creada a mediados del año 2016, liderada por Leonardo Bello y asociados, que, aprovechando su amplio recorrido en comercio exterior y negocios internacionales, decidieron fundar la embotelladora, ya que este sector facilita de muchas formas esta actividad económica, por el buen acceso a servicios público, mano de obra a precio accesible, cercanía con la capital, buenas vías alrededor, etc.

Por su ubicación geográfica, ofrecer el servicio de embotellamiento es rentable ya que existe una alta demanda de alimentos en los municipios aledaños y en la capital, como el agua, jugos, bebidas de aloe, además de contar con alianzas de distribuidores mayoristas que han trabajado en este sector por años lo cual hace cobrar más fuerza la idea del desarrollo del negocio.

Esta compañía tiene el objetivo, de ser una entidad líder del sector en esta industria, aportando en el proceso de llevar bebidas a las comunidades, con una alta calidad, garantizando una correcta protección del producto en el empaque para luego expandirse a más zonas de país y en un término a largo plazo incursionar en el mercado internacional.

Esta empresa busca también tener un factor diferenciador en la industria primero en su ubicación geográfica, razones las cuales ya fueron mencionadas de las ventajas que ofrece, y segundo en su alta inversión tecnológica, ya que no buscan ser una empresa pequeña con actividades manuales, sino de poseer máquinas que hagan el trabajo más rápido y preciso, con el fin de automatizar procesos, abarcando más clientes y empezar con su proceso de expansión.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología propuesta para cumplir con los objetivos establecidos en el presente trabajo, se llevará a cabo mediante una investigación aplicada, donde se utilizarán los conocimientos expuestos en el marco teórico y conceptual, para aplicarlos específicamente en la mejora del desempeño ambiental de la embotelladora BCGR. Allí se hará una investigación de campo donde se observarán las operaciones que se realizan en la organización, así como sus instalaciones físicas, ubicación geográfica, opinión de los trabajadores, etc., y a partir de la información obtenida que será de tipo cuantitativa y cualitativa, se relacionarán con distintos métodos o herramientas para luego plantear estrategias adecuadas, cumpliendo de esta manera con el objetivo general que se tiene para la organización.

La metodología utilizada en este proyecto se basa en el libro de Bart Van Hoof “Producción más limpia: Paradigma de gestión ambiental”, en el cual se mencionan 5 etapas o pasos generales para desarrollar proyectos de estrategias de Producción más Limpia, las cuales son:

1. Sensibilización
2. Diagnostico empresarial integral
3. Identificación de puntos críticos
4. Planteamiento de alternativas de P+L
5. Plan de seguimiento

De acuerdo con estas etapas a seguir, el proyecto se dividirá en 3 fases, las cuales se relacionan directamente con cada uno de los objetivos específicos, dándole cumplimiento paso a paso a cada uno de estos, para finalmente cumplir con el objetivo general.

5.1.FASE 1

Realizar un diagnóstico con enfoque ambiental de los procesos realizados en la embotelladora, identificando principalmente los puntos críticos con enfoque en el ciclo de vida del producto.

5.1.1. Sensibilización:

Para que las estrategias de P+L puedan ser llevadas a cabo con éxito, depende en gran medida de la disponibilidad que tenga el dueño de la empresa en cuanto al compromiso para tal fin, para esto primero se realizará una sensibilización o concientización de la importancia que tendría para su organización, aplicar estos. Se le explicará de manera clara tres aspectos importantes:

- a) Concepto de la Producción Más Limpia.
- b) Aumento de la competitividad de la empresa, obteniendo beneficios tanto económico como ambientales, que obtendrían al implementar estas estrategias.
- c) Dar a conocer historias de éxito que han habido alrededor de este tema en otras organizaciones, para que de esta forma quede más claro el objetivo y los alcances que se esperan.

Con el desarrollo de esta primera etapa se obtiene por parte del empresario mayor compromiso y conocimiento del tema, fortaleciendo la intención en colaborar con el desarrollo del proyecto.

5.1.2. Diagnostico empresarial integral:

Luego de obtener el compromiso de las partes interesadas, se procederá a realizar un diagnóstico empresarial integral, donde se identificará de manera previa el contexto de la organización, para que las alternativas de P+L sean apropiadas bajo las condiciones económicas, organizacionales, tecnológicas u otras. Se analizarán 4 aspectos principales:

a) Generalidades de la empresa

Se estudiará la actividad principal de la empresa, su forma de organización, la historia o desarrollo que ha tenido, productos o servicio que ofrece, tipo de tecnología utilizada, forma de operación, ubicación y aspectos similares.

b) Entorno de la empresa

En el diagnóstico del entorno de la empresa, se definirán los factores externos a la empresa que la influyen directamente. Esto se hace para tener un conocimiento más aproximado de la competitividad de la organización. Se estudiarán los siguientes aspectos:

- Segmento de mercado específico que tiene la empresa y las tendencias que existen en él.
- Conocer la competencia, y de esta manera definir el nivel en que se encuentra la empresa con respecto al sector en el que trabaja.
- Clientes específicos, características o comportamientos de éstos. El enfoque al cliente es muy importante en el diagnóstico empresarial integral ya que de ellos se puede extraer información muy importante. Para esto, a través del gerente de la compañía, se obtendrá la

información de la valoración que dan sus clientes con respecto al desempeño ambiental y así determinar si este mercado es sensible a variables ambientales y definir mejor la competitividad de la empresa.

- Fortalezas de la empresa, que la puedan diferenciar de las demás.

c) Capacidad interna

Por último, en cuanto a la capacidad interna de la empresa se estudiará la relación de esta con la gestión ambiental y la organizacional, donde se determinará cantidad de empleados, estructura, características como grupo humano o la cultura interna, y un mapa de la infraestructura.

Luego de esto se utilizará una matriz DOFA para identificar aspectos resaltantes de la empresa, encaminando la estrategia a formular de acuerdo al contexto de esta. Para la recolección de la información se utilizarán encuestas o entrevistas a los miembros de la organización, mediante preguntas en su mayoría cualitativas aproximando el conocimiento integral de la generalidad de la empresa.

d) Relación y comparación con otros casos de implementación de Producción más Limpia.

Luego de reunir la anterior información, formando una idea más aproximada acerca del comportamiento de la organización, se comparará con otros casos exitosos de implementación de Producción más Limpia, para tener ideas de las alternativas que se pueden implementar y llevar un mejor desarrollo del proyecto. Con estos casos se extraerá información importante de cómo realizar un uso eficiente de recursos, insumos, energía, implementación de tecnología, etc.

5.1.3. Identificación de puntos críticos y análisis de ciclo de vida

Para el desarrollo de esta etapa, se iniciará con la descripción de todos los procesos realizados allí en la elaboración de bebidas. Luego, para identificar los puntos críticos de la organización se utilizarán las herramientas de ecomapa, ecobalance, y por último costos de ineficiencia. Con el **ecomapa** se identificarán los impactos ambientales relacionándolos en el mapa de la organización, es decir, utilizando un plano de la empresa, se estipulan los puntos donde haya consumo de luz, agua, insumos y materias primas, también en donde se generan desperdicios, residuos sólidos o líquidos.

Luego, con el **ecobalance**, se detallarán las actividades y procesos relacionados con el consumo, transformación y disposición de los recursos. Se

cuantificarán las entradas y salidas en los procesos, de los recursos ya mencionados. De esta manera se observará de manera clara, la proporción de los recursos utilizados en y determinar la cantidad que se convierte en productos y cuales en desperdicios.

Luego se utilizará el **cálculo de costos de ineficiencia**, en el cual se tomarán puntos críticos identificados con las anteriores dos herramientas, y determinando la relevancia para la competitividad de la empresa, se calcularán los costos implicados en estos puntos, de esta manera priorizar aspectos para luego formular sus respectivas alternativas de mejora.

Por último, mediante el uso de una **Matriz MED**, se analizará el ciclo de vida de los productos, para establecer los impactos que estos producen en la cadena productora y complementar la información ya obtenida con las herramientas anteriores.

En este punto del proyecto, se da por finalizada la primera fase, dando por cumplido el desarrollo del primer objetivo específico.

5.2. FASE 2:

Diseñar programas enfocados a la gestión de los puntos críticos identificados.

5.2.1. Definir alternativas de Producción más Limpia

Con el conocimiento del diagnóstico general de la empresa y teniendo identificados los puntos críticos, se inicia con el planteamiento de alternativas con carácter preventivo, con un enfoque en la disminución de las ineficiencias encontradas en los procesos críticos.

Estas alternativas serán de acuerdo al contexto estudiado en la empresa, detallando presupuestos, cálculo del retorno de la inversión y los beneficios ambientales obtenidos, según corresponda.

En las estrategias propuestas, se plasmará de manera clara, la justificación de cada una de ellas, de acuerdo a las necesidades que tiene la organización, también señalando el objetivo con el programa, con un paso a paso de los procedimientos a seguir para aplicarlo y medir los beneficios generados.

Retomando los casos de éxito con los cuales se relacionó el diagnóstico integral de la empresa, se extraerán de allí ideas de alternativas para que esta organización las implemente, las cuales darán más seguridad al evidenciar que en otras empresas ya funcionaron.

5.3. FASE 3

Diseñar el plan de seguimiento a los proyectos de gestión propuestos.

5.3.1. Plan de seguimiento

En llegado caso que la empresa decida en algún momento implementar las estrategias propuestas, se formulará un plan de seguimiento, en el cual, mediante indicadores, se pueda tener una medida de las acciones y los rendimientos plasmados allí. Estos indicadores serán de gestión y de resultados donde puedan concluir el cumplimiento del proyecto y si este tuvo un impacto positivo para la organización.

Los indicadores de gestión buscan medir si el programa se implementó, y los indicadores de resultados medirán el impacto que el programa tuvo en los objetivos. Con estos indicadores de resultados, se determinará si el programa con sus respectivas alternativas fue adecuado para aumentar la competitividad de la empresa.

Habiendo cumplido todas las etapas mencionadas, se da por culminada la tercera fase del proyecto, con la cual, los tres objetivos específicos estarían completados dando cumplimiento al objetivo general del proyecto.

6. ANÁLISIS Y RESULTADOS

6.1. FASE 1

➤ SENSIBILIZACIÓN:

Para aplicar un estudio completo con respecto al desempeño ambiental de una organización, primero debe haber disponibilidad y compromiso por parte de los dirigentes, en el caso de la Embotelladora BCGR, el gerente como cabeza de la compañía es quien debe establecer tal compromiso.

Para obtener este compromiso de la gerencia, se realizó una reunión con el ánimo de presentar de forma clara y sencilla los objetivos del proyecto. Al iniciar, se habló sobre el interés que debe tener su empresa por incrementar su competitividad en el mercado, y vaya de la mano con el cuidado al medio ambiente, ya que al estar en la industria de la comida saludable, manejar esos dos factores será un valor agregado en su crecimiento.

Los temas que se expusieron ante el gerente fueron, el concepto de la Producción más Limpia como estrategia para incrementar la competitividad, las razones más importantes de implementar estas estrategias en su organización, y la explicación de casos exitosos de empresas con contextos similares, que han hecho este proceso obteniendo grandes beneficios, resumiendo las experiencias de ellos, y que estas pueden ser un punto referencia para el trabajo en su organización.

Después de haber compartido esta información, se presentó un documento donde se registraron los conceptos hablados, constatando que quedara una evidencia de lo expuesto, logrando la aprobación del gerente, estrechando su compromiso de aportar en el desarrollo de este proyecto, para que a futuro se puedan implementar las estrategias propuestas.

6.1.1. Diagnóstico Empresarial Integral

La información recolectada se obtuvo mediante preguntas cualitativas al gerente de la empresa, a algunos empleados, y también mediante observación de campo.

A) Generalidades de la empresa

- ACTIVIDAD DE LA EMPRESA:

La empresa Bussines Consulting Group SAS (BCGR SAS), es una firma que maneja varias áreas de negocio, actualmente, una de esas áreas es el

embotellamiento y fabricación de bebidas refrescantes. A finales del 2016, el gerente inició con la construcción de una planta de embotellamiento en Chía - Cundinamarca, la cual cuenta con equipos de alta tecnología, ofreciendo a sus clientes el servicio de fabricación de bebidas con embotellamiento de sus productos, servicio al cual técnicamente se le denomina “maquila”, instalaciones que se muestran en la Figura 1. Además de esto la empresa, antes de la construcción de la planta lanzó una bebida al mercado a base de Aloe Vera llamada “Kumbia”, que se encuentra en varios sabores y es embotellada en Medellín, se espera que cuando la planta actual esté en óptimas condiciones y otros factores sean solucionados, su bebida pueda ser fabricada y embotellada allí.

Por lo tanto, este proyecto estará enfocado en mejorar el desempeño de la planta embotelladora ubicada en Chía, de los procesos derivados del servicio de maquila.

Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme o CIIU, las actividades comerciales de la empresa están calificadas en Elaboración de bebidas no alcohólicas; producción de aguas minerales con código D1594, y Actividades de envase y empaque con código D7495.

Figura 1. Instalaciones de la Embotelladora BCGR



Fuente: El Autor, 2017.

- HISTORIA Y DESARROLLO DE LA EMPRESA:

Esta compañía inició en el año 2007 fundada por Leonardo Bello Mallorca, en la ciudad de Bogotá, este empresario ha sido el único dueño de la firma, y empezó ejerciendo como actividad principal el comercio de mercancías tanto nacional como internacionalmente, ofreciendo servicio de transporte de estas mercancías en distintos medios como terrestre, aéreo y marítimo.

En cuanto al transporte aéreo, ofrecen el transporte de mercancías en un avión Boeing 727-1000 cubriendo rutas de Bogotá hacia algunas de las principales capitales de Sur América, cubriendo también toda la logística requerida, garantizando el cuidado de la mercancía transportada.

El transporte marítimo, que es el más utilizado en términos de comercio internacional, al cubrir mayor volumen de carga, la compañía ofrece también la logística, ya que requiere de soporte jurídico para todo el tema de legalización.

Con el tiempo la empresa diversificó sus actividades, como vender obras de artes de los más importantes artistas colombianos, también asesoría en compra/venta de inmuebles. En este punto donde se incursionó en la compra-venta de inmuebles, la compañía empezó a vender el Sistema de Construcción OSB, el cual ha sido el más exitoso en Europa y Norteamérica, ya que ofrece una construcción rápida, a bajo costo y de alta calidad. Luego en este proceso también se vendieron Sistemas de Recolección de Aguas Lluvias, que en la mayoría de ocasiones, este líquido es desperdiciado, y puede tener una gran aplicación en zonas donde no hay acceso a acueductos.

También se comercializaron repuestos de aviación, máquinas para producir agua con el aire, turbinas eólicas generadoras de electricidad, y también productos químicos como el yodo.

Con el pasar del tiempo hacia el año 2009, la firma inició en el campo de la comercialización de alimentos saludables, empezando con aceite de oliva, luego con pulpas de fruta, leche en polvo, entre otros. La compañía se dirigió hacia el campo de “Healthy Food”, teniendo como visión llevar a la sociedad productos de consumo, que no afecten su salud, sino que por el contrario la conserven y la mejoren.

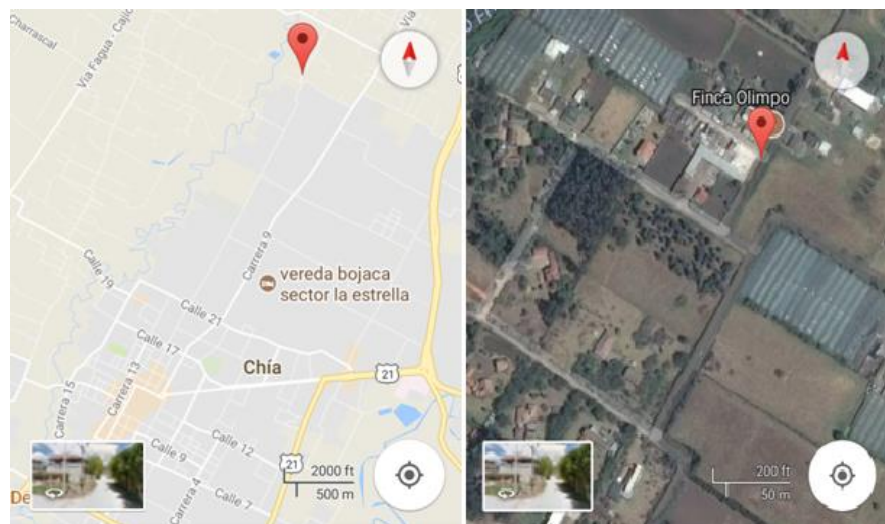
En ese mismo año, se abrió una embotelladora de agua purificada en el barrio La Castellana de Bogotá, con la marca AquaGie, la cual fue cerrada un año después. Luego en el 2011 se abrió otra embotelladora en Medellín en asociación con otras personas, en la cual se embotella agua purificada y algunos jugos naturales. Después de haber adquirido gran experiencia en este mercado, el dueño de la empresa decidió construir su propia planta de embotellamiento de bebidas. Esto lo hizo en el año 2016 en el municipio de Chía, invirtiendo una gran cantidad de dinero en equipos de alta tecnología traídos desde China, y allí empezó sus actividades ofreciendo el servicio de embotellado a empresas que producen bebidas, y ese mismo año también lanzó la bebida a base de Aloe Vera llamada Kumbia que inició siendo embotellada en la planta de Medellín, para distribuirla en Cundinamarca y en Antioquia.

Actualmente la planta de embotellamiento, presta sus servicios a diversos clientes continuos, en las cuales se fabrican y se embotellan bebidas como agua purificada, agua panela, jugos, smoothies, etc. De acuerdo al crecimiento que ha tenido la empresa, la producción solicitada cada vez es mal alta, y que como se mencionó antes, se espera que el año 2018, allí se fabrique la bebida Kumbia; la empresa tiene como proyección instalarse en otro lugar más grande para iniciar su proceso de expansión.

- UBICACIÓN DE LA PLANTA Y SEDE ADMINISTRATIVA:

La planta de embotellamiento se encuentra ubicada en la vereda Bojacá, sector El Bosque, que pertenece al municipio de Chía-Cundinamarca, como se muestra en la Figura 2. En esta misma planta está la oficina en la que trabaja la gerencia, y se desarrollan todos los procesos necesarios para la actividad de la compañía.

Figura 2. Ubicación de la Embotelladora BCGR con foto satelital



Fuente: Google Maps, 2017.

Al estar ubicada en este sitio, el acceso al transporte no es tan fácil, aunque está rodeada de área rural, en el cual no se encuentran grandes industrias, ni viviendas, haciendo que de esta manera su actividad no afecte significativamente su alrededor, ni en cuanto a ruido, emisiones, ocupación de espacio público u otros factores.

- PRODUCTOS O SERVICIOS:

La empresa ofrece principalmente un producto y un servicio, el producto que ofrecen se llama Kumbia, la cual es una bebida hecha a base de Aloe Vera en distintos sabores como naranja, coco, piña-coco, uva, maracuyá y frutos rojos. Se caracteriza por ser un producto libre de azúcar, el cual puede ser consumido

también por personas diabéticas y se dirige más específicamente a la población que valora la alimentación saludable.

El servicio que ofrecen en la planta es el de maquila, en el cual otras empresas llevan allí sus materias primas para que, con estas, se preparen las bebidas para luego ser envasadas en las máquinas y por último ser transportadas. Allí utilizan maquinaria de última tecnología que se basa en el mezclado, micro filtrado, y envasado en caliente/frío.

Actualmente, han logrado sobrepasar la producción de 100.000 botellas de agua purificada y 60.000 de agua de panela mensuales, productos que son los que se fabrican continuamente, más otros productos que se están empezando a fabricar en asociación con otras empresas pero que actúan sobre pedido y no se tiene un promedio mensual de producción hasta el momento.

Figura 3. Instalaciones de la Embotelladora donde se presta el servicio de maquila y presentación de la bebida Kumbia



Fuente: Embotelladora BCGR, 2017.

B) ENTORNO DE LA EMPRESA

- MERCADO:

El mercado que maneja la empresa, con su embotelladora es el denominado “Healthy Food”, es decir de alimentos saludables, las bebidas que se elaboran allí, buscan ofrecer al público alta calidad en cuanto al cuidado de la salud de las personas, ya que el mercado de las bebidas está inundado de productos que por sus ingredientes químicos y azúcares producen en las personas problemas sanguíneos, de peso, digestivos, etc., como por ejemplo las bebidas gaseosas, o jugos con alto contenido en saborizantes y conservantes.

En este mercado existe una gran tendencia en el consumidor y es que este valora enormemente la calidad y propiedades saludables del producto, además

que tengan el plus que sus componentes no impacten significativamente el ambiente. En tema de costos, este público está dispuesto a pagar más por productos que mejoren su salud, es un público más específico, pero que en los últimos años se está viendo en aumento.

La empresa se especializa en el segmento de mercado denominado HORECA, es decir, hoteles, restaurantes y casinos, en una comercialización T a T.

En cuanto al servicio de maquila, es un mercado en asociación con empresas pequeñas y medianas, que no cuentan con la tecnología ni el equipamiento suficiente para realizar procesos de embotellamiento de forma eficaz, por lo tanto optan por alquilar el servicio de las máquinas de embotellamiento a otra empresa para que lo haga de forma más automatizada y no de manera manual cómo lo podrían hacer ellos, ya que esto hace que el proceso tome bastante tiempo, aumentando costos de mano de obra, además de pérdidas de oportunidad, al necesitar un buen inventario para distribuir.

- CLIENTES:

En la Tabla 4 se muestran los principales clientes de la embotelladora en cuanto al servicio de maquila:

Tabla 4. Principales clientes para el servicio de maquila de la Embotelladora BCGR

CLIENTE	PRODUCTO QUE OFRECE
Cactus	Agua purificada
Cané	Agua de panela
Biococo	Cítricos
Montecarlo	Agua purificada

Fuente: Gerente de la Embotelladora BCGR, 2017.

Como se puede observar, al ser una embotelladora que lleva poco tiempo, ya tiene clientes que distribuyen productos a nivel regional y a nivel nacional, lo cual da testimonio de los buenos servicios que ofrece la organización, con precios competitivos en el mercado. Por ejemplo, las bebidas Cané, han sido distribuidas en la cadena de tiendas Justo y Bueno.

Al ser bebidas enfocadas en “Healthy Food”, los clientes valoran mucho el control de calidad que se lleve en el proceso, objetivo que han encontrado en la forma de operar de esta organización, y por eso el aumento de su buena imagen, en la industria. Además de contar con una tecnología adecuada para el servicio que ofrecen, pueden llevar producción en mediana escala de las bebidas, reduciendo tiempos y de esta forma dinamizar la actividad económica tanto suya cómo de sus clientes.

Por lo general, las materias primas y los envases, con sus respectivas etiquetas son entregadas por el cliente, estos envases son hechos en plásticos PET.

En cuanto a las bebidas Kumbia, el comportamiento que se denota del cliente, es que primero tiene un alto grado de satisfacción en cuanto a su sabor, y segundo, que, al no contener azúcar refinada, puede ser consumida por cualquier persona incluso en personas diabéticas.

- COMPETIDORES:

Las bebidas a base de Aloe Vera, hace por lo menos 5 años, no tenían mayor distribución en el mercado colombiano, pero con el aumento de consumidores de la comida saludable, también se despertó una nueva necesidad de ofrecer bebidas, que puedan reemplazar el consumo de las ya existentes como lo son las gaseosas, jugos preservados, bebidas energéticas, entre otras, y por esta razón las bebidas a base de Aloe Vera, tuvieron gran acogida en mercados de países más industrializados. Por lo tanto, las bebidas que había en el mercado colombiano eran importadas, entonces empresas como Quala y Levapan empezaron a sacar las primeras bebidas a base de Aloe Vera, fabricadas en Colombia.

La empresa cuenta con una fuerte competencia como lo son las marcas, Támesis, OKF, Janna; la poderosa empresa Postobón, se sumó a este mercado también, lanzando la bebida Bora, la empresa Quala sacó al mercado la bebida Saviloe, y Levapan la bebida Siente.

Cómo podemos observar es un mercado en el cual ya hay grandes empresas que llevan ventaja por su renombre y recorrido en la industria, por lo tanto, para Kumbia será un gran reto sostenerse y prosperar en esta industria.

Ahora, en términos del servicio de Maquila, la competencia regional con la que cuenta la empresa, es decir, que están ubicadas en Chía, está la empresa Rialto, Colonia, Claro de Luna, Agua cero y Dilua, aunque en estas sólo se embotella agua purificada.

Según esta información y la opinión del gerente, considera que la empresa de 1 a 10 en cuánto a nivel de competitividad está aún muy bajo, están empezando apenas, por lo tanto, le da una calificación de 4. Ante esto el gerente expresa que su factor diferenciador de las otras marcas, es que el ofrece productos de alta calidad, es decir, que el Aloe Vera es extraído de plantaciones verdaderas, importadas de oriente y no son emulaciones, con gomas como lo hacen otras marcas, además de ser un producto con cero azúcar, apto para diabéticos, entre otras propiedades saludable que tiene este.

- FACTORES DE COMPETITIVIDAD:

Las fortalezas que tiene esta organización están en el “GoodWill”, es decir en el buen nombre que ha tenido, en la buena manera de proceder, lo cual ha hecho fidelizar a clientes y también, y la facilidad para el comercio exterior, en temas de importaciones y exportaciones ya que esta es la actividad que han ejercido desde sus inicios. Además, la planta siempre ha trabajado con altos estándares de calidad, dejando una alta satisfacción en sus clientes y consumidores, y al haber hecho una alta inversión en tecnología con el fin de automatizar los procesos, logrando así una mayor eficiencia en los procesos y poder abarcar producciones más grandes.

Un ejemplo de la manifestación de las fortalezas que tiene esta empresa, es que, por ejemplo, marcas como Justo y Bueno y Montecarlo, que son reconocidas en la industria, están ahora en alianza con BCGR, para el servicio de maquila, aumentando la competitividad en el mercado dejando un buen nombre.

Ante el crecimiento que está teniendo la compañía, y la demanda que está creciendo de su servicio, el gerente espera que para el otro año pueda cambiar sus instalaciones para un lugar más grande en el mismo municipio de Chía, por lo que el desarrollo de este proyecto será de vital importancia para cuando se haga este cambio, ya que en las nuevas instalaciones las estrategias que se propondrán las pueden aplicar y de esta manera obtener mejora de su competitividad y desempeño ambiental desde el inicio.

B) CAPACIDAD DE LA EMPRESA

- CULTURA Y DINAMISMO DE LA EMPRESA:

La empresa se caracteriza por ser una empresa dinámica, ya que al haber un personal reducido, todos cumplen sus funciones asignadas, pero en ciertos momentos del trabajo, también cumplen otras funciones, para cubrir procesos evitando así perder tiempo o necesidad de pagar más tiempo de obra. También se siente un ambiente “familiar”, ya que las personas que trabajan allí, son muy colaborativas, y tres de ellas son mujeres más adultas, y le imprimen el cuidado o la delicadeza que se necesita en ese trabajo.

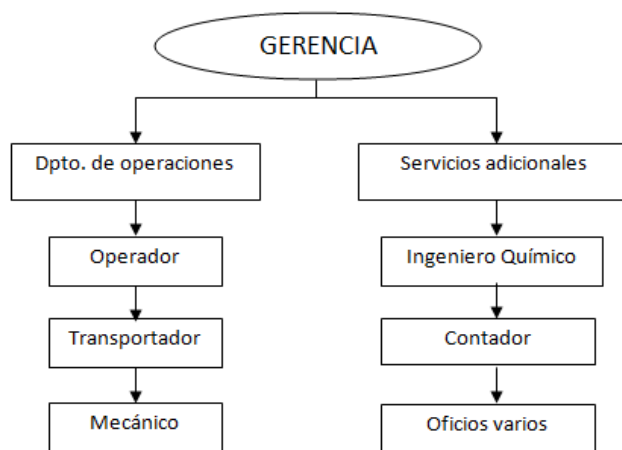
- ORGANIZACIÓN INTERNA

La empresa al tener procesos automatizados, por la alta inversión que han hecho en tecnología, cuenta con pocos empleados. En orden jerárquico se encuentra el gerente, poseen tres operadores a tiempo completo en la planta, un mecánico y un conductor, estos dos últimos también cumplen funciones operativas. Estos son los empleados que maneja la empresa a tiempo

completo, de resto cuenta con personas contratadas para funciones específicas, como por ejemplo el contador, ingeniero químico o personas para oficios varios.

La planta funciona de lunes a sábado de 7 de la mañana hasta las 5 de la tarde, horario que deben cumplir todos los trabajadores fijos. En la Gráfica 1, se muestra la estructura organizacional de la compañía:

Gráfica 1. Estructura organizacional de la Embotelladora BCGR



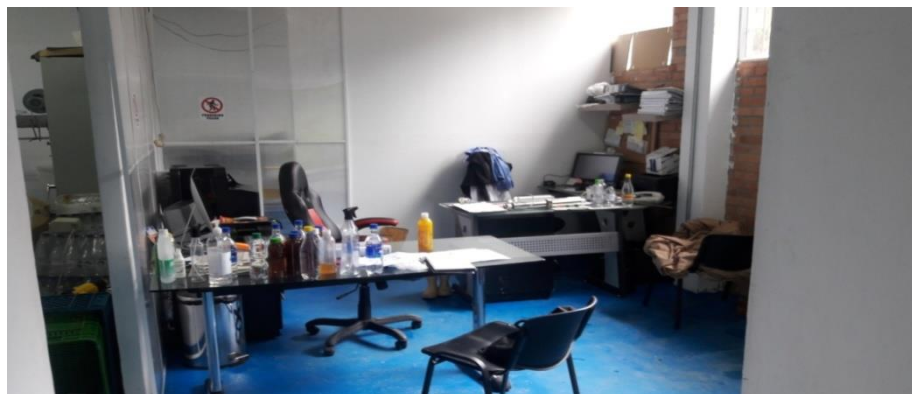
Fuente: Gerencia de la Embotelladora BCGR, 2017.

- MAPA DE LA EMPRESA: LAYOUT DE EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES

La Embotelladora posee las siguientes aéreas dentro del espacio que ocupa:

- Área de administración: En la Figura 4 se observa la zona de oficina, donde se ubica el gerente y sus socios.

Figura 4. Oficina en la Embotelladora



Fuente: El Autor, 2017.

- Área Control de Calidad y Pruebas: En la zona de laboratorio, mostrada en la Figura 5, la embotelladora realiza pruebas de la calidad del agua, de sus productos, y pruebas para productos futuros.

Figura 5. Laboratorio en la Embotelladora



Fuente: El Autor, 2017.

- Área de Producción: La Figura 6 muestra la zona en la cual están ubicadas todas las máquinas y el espacio necesario para la producción de las bebidas.

Figura 6. Área de producción de la Embotelladora



Fuente: El Autor, 2017.

- Área de Almacenamiento: Allí en la bodega mayor, se ubican todas las materias primas que llegan y que salen, como también herramientas o instrumentos. En la Figura 7 se observa esta zona.

Figura 7. Bodega de la Embotelladora



Fuente: El Autor, 2017.

- Áreas Comunitarias: Los baños y la cocina, mostrada en la Figura 8, son las zonas las cuales son usadas por los operarios y el personal que se encuentre en la planta.

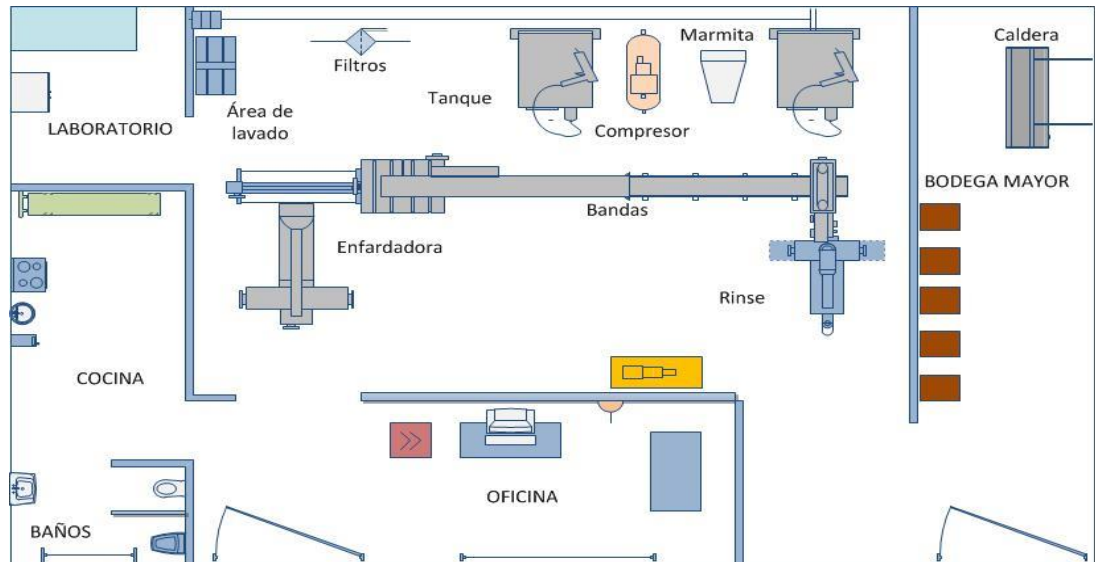
Figura 8. Cocina en la Embotelladora



Fuente: El Autor, 2017.

- Layout de la Embotelladora: En Gráfica 2, se representan las instalaciones de la empresa.

Gráfica 2. Layout de las instalaciones de la Embotelladora BCGR



Fuente: El Autor, 2017.

- Matriz DOFA: En la Gráfica 3 se registran las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la organización.

Gráfica 3. Matriz DOFA para la Embotelladora BCGR

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> -Gran experiencia en el sector del comercio nacional e internacional -Alta calidad en la bebida de Aloe. -Cuentan con la tecnología adecuada. 	<ul style="list-style-type: none"> -En la región cuentan con mejor equipamiento en cuanto a tecnología. -Alianzas con varias empresas, que ya tienen recorrido en la distribución de sus bebidas.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> -En comparación con su competencia nacional de bebidas aloe, aún están por debajo del nivel de ellos en cuanto a infraestructura. -Aunque la tecnología que tienen es muy buena, para producciones a gran escala necesitan máquinas más grandes y espacio más grande. 	<ul style="list-style-type: none"> -En el mercado de las bebidas de aloe, hay empresas muy grandes, de mucho renombre y posicionamiento en el mercado. -Los precios que ofrece la competencia son menores al suyo.

Fuente: El Autor, 2017.

D) RELACIÓN Y COMPARACIÓN CON OTROS CASOS DE IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.

- Caso embotelladora EMBOL

En comparación al caso de Embotelladoras Unidas EMBOL S.A. esta empresa sólo embotella en envases plásticos tipo PET, mientras que EMBOL, además de este envase también lo hace en vidrio, lo cual aumenta el impacto que pueda llegar a tener con respecto al ciclo de vida del producto.

Otro factor muy importante que las diferencia es que la embotelladora EMBOL, se dedica al embotellamiento de bebidas gaseosas, y los ingredientes que se utilizan en este proceso son mucho más agresivos, al utilizar grandes cantidades de azúcar y químicos, impactando en mayor magnitud el ambiente en cuanto a vertimientos, mientras que en BCGR, sólo se embotellan bebidas saludables, en las cuales sus ingredientes tienen contenido orgánico, pero no tóxico para el ambiente, lo cual hace que esta empresa esté mejor en nivel de cuidado ambiental.

Se puede observar también, que las dos empresas, consumen en gran cantidad el mismo tipo de recursos, energía y agua, por ejemplo, en EMBOL, se observó que en los procesos se estaba gastando mucha más agua de la necesaria, y de acuerdo a esto tomaron medidas, esta información puede servir para establecer las medidas necesarias en BCGR.

Al detectar los puntos críticos y los costos de ineficiencia, se podrán relacionar aún mejor los dos casos, y poder complementar los programas que se utilizaron en este, por el momento es solo una comparación entre el diagnóstico integral que se ha realizado.

- Bebidas del Pacífico S.A.

Esta empresa se dedica a la fabricación de gaseosas, agua mineral y jugos con representación directa de PEPSICO INTERNACIONAL, siendo una de las empresas líderes de este mercado en Latinoamérica. La compañía también envasa en envases tipo PET, además de vidrio y sachets. A diferencia de BCGR, esta empresa fabrica sus propios envases PET, y este proceso fue el que más generó ineficiencias durante el desarrollo del proyecto, y fue en el proceso donde se enfocaron para aportar programas a implementar para mejorar el desempeño de la empresa. Como BCGR no fabrica sus propios envases, no tendría los problemas e impactos ambientales, que fueron registrados en ese trabajo.

En relación a BCGR, una parte importante del trabajo de campo realizado en PEPSICO fue trabajar en el mantenimiento de los equipos, ya que la falta de

este estaba generando ineficiencias y de allí se desprendían varios impactos, cuestión a tener en cuenta para el desarrollo de este proyecto. Para los dueños de esta empresa no era necesario, realizar un mantenimiento continuo de las máquinas, pero cuando en el estudio se demostró que el no mantenimiento efectivo de estas estaba generando más pérdidas, que si implementaran programas para que tengan un correcto mantenimiento.

Las dos empresas tienen similitudes, en que poseen equipos de alta tecnología, lo cual hace que los procesos sean más eficientes, y pueda abarcar producciones en mayor escala, automatizando muchos procesos, necesitando poca mano de obra.

➤ IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS Y ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Con una valoración general de la empresa, la cual da las bases para comprender el contexto de ella, se especifican los objetivos del trabajo. Se inicia por describir los procesos llevados a cabo en la fabricación y embotellamiento de los productos para que después, mediante las herramientas seleccionadas en la metodología, se identifiquen puntos críticos en los aspectos ambientales involucrados, cuantificando el impacto que están causando, para luego relacionarlos con los costos ocasionados. Por último, realizar una detallada descripción del ciclo de vida de los productos que se fabrican allí.

6.1.2. Descripción de Procesos

La actividad de la planta se divide en dos procesos generales: embotellamiento manual y embotellamiento automatizado, estos a su vez contienen sus respectivos subprocesos. A continuación, se describirán cada uno de ellos:

1. Embotellado manual: Este proceso es utilizado para envasar únicamente agua purificada en botellones de 20 Litros. Los subprocesos son los siguientes:

- 1.1. Purificación del agua: El agua de la cual se alimenta la planta proviene de la empresa de acueducto y alcantarillado del municipio, esta agua ingresa a los filtros de purificación mostrados en la Figura 9, los cuales contienen un agente filtrante con micrones de permeabilidad establecidos, además de una lámpara ultravioleta que se encarga de reducir las impurezas restantes. Esta purificación se obtiene mediante medios físicos y no químicos. Este filtro tiene una tasa de circulación de agua de 40 litros por minuto. Después de ser filtrada el agua, esta pasa a un tanque de almacenamiento de 4.000 Litros.

Figura 9. Filtros de purificación

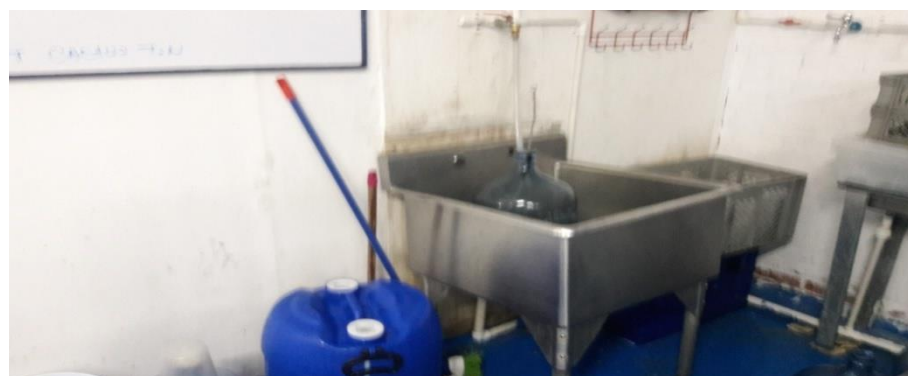


Fuente: Embotelladora BCGR, 2007.

1.2. Control de calidad: En el laboratorio, al iniciar la jornada de producción, se extrae una muestra del agua filtrada, para luego realizar pruebas de pH, el cual debe estar entre 6 y 7, aunque se busca que esté lo más cercano posible al 6, y otras pruebas de pureza para determinar que el agua se encuentra en óptima calidad para ser envasada.

1.3. Lavado de botellones: En la Figura 10 se muestra la zona de lavado donde se limpian los botellones de cualquier impureza, se lavan con agua proveniente del acueducto, luego se prepara una solución con soda caustica y ácido peracético, realizando un lavado para esterilizarlos. Luego de esto se hace otro lavado con agua purificada. Los botellones son llevados a la planta por la empresa que contrata el alquiler del servicio de maquila.

Figura 10. Zona de lavado de botellones



Fuente: Embotelladora BCGR, 2017.

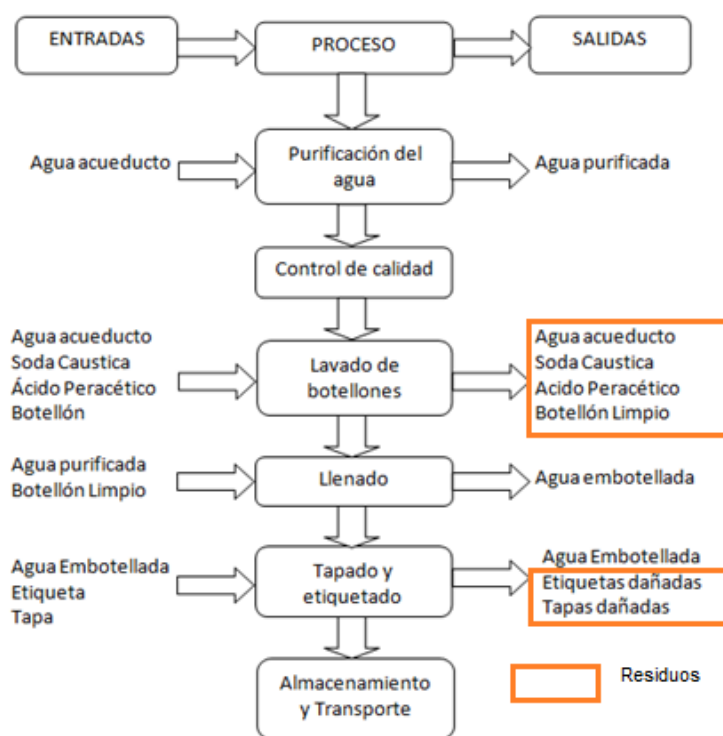
1.4. Llenado: En las llaves que conducen el agua que ha sido micro-filtrada y purificada la cual está en el tanque de almacenamiento, se abren para llenar los botellones hasta cumplir su capacidad de 20 litros.

1.5. Tapado y Etiquetado: Luego, los botellones son secados y se les coloca su respectiva tapa con la etiqueta. Según los operarios, es muy rara vez que una tapa o etiquetas se dañen.

1.6. Almacenamiento y Transporte: Por último, los botellones son almacenados en las bodegas para después ser llevados al camión para ser distribuidos.

A continuación en la Gráfica 4, se muestra el diagrama de flujo del proceso de embotellamiento manual:

Gráfica 4. Diagrama de flujo para el embotellamiento manual



Fuente: El Autor, 2017.

Manejo de tiempos:

Si se quiere tener una mayor eficiencia en los procesos hay que tener en cuenta cómo se lleva a cabo cada uno de estos, que materia y energía es la que entra y sale, y por último los tiempos que se utilizan, ya que esto nos puede dar un indicio de la forma de operar en la planta, teniendo en cuenta que el tiempo también es un costo para la empresa.

El proceso 1.1 que corresponde a la purificación del agua por filtros tiene una tasa de 40 L/min, y el proceso 1.2 que es el de control de calidad, tiene un

tiempo estimado de 10 minutos según el ingeniero químico si todo el muestreo está en óptimas condiciones, pero no es un proceso el cual sea foco de optimización en este trabajo, por lo tanto, el tiempo promedio de embotellado manual se tomará a partir del proceso 1.3, 1.4 y 1.5 como se muestran en las Tabla 5, 6 y 7 respectivamente, para luego ser totalizados como se muestra en la Tabla 8.

Para determinar el tiempo de cada proceso se hizo una toma de cinco muestras por botellón de agua llenado, para después calcular su promedio:

- Proceso 1.3 Lavado de Botellones

Tabla 5. Promedio de tiempo para el lavado de botellones

MUESTRA	TIEMPO (s)	PROMEDIO (s)	PROMEDIO (min)
1	82	83,8	1,39
2	95		
3	72		
4	79		
5	91		

Fuente: El Autor, 2017.

- Proceso 1.4 Llenado

Tabla 6. Promedio de tiempo para el proceso de llenado

MUESTRA	TIEMPO (s)	PROMEDIO (s)	PROMEDIO (min)
1	132	132	2,2
2	134		
3	130		
4	133		
5	132		

Fuente: El Autor, 2017.

- Proceso 1.5 Tapado y etiquetado

Tabla 7. Promedio de tiempo para el proceso de tapado y etiquetado

MUESTRA	TIEMPO (s)	PROMEDIO (s)	PROMEDIO (min)
1	52	53	0,88
2	55		
3	58		
4	49		
5	51		

Fuente: El Autor, 2017.

Tabla 8. Suma de los tiempos promedios en los procesos de embotellado manual

PROCESO	TIEMPO PROMEDIO (min)
Lavado de Botellones	1,39
Llenado	2,2
Tapado y etiquetado	0,88
SUMA	4,47

Fuente: El Autor, 2017.

En total un trabajador se está demorando en promedio 4,47 min por botellón en los tres procesos mencionados. Actualmente la planta cuenta con un solo operador para este proceso.

2. Embotellado automatizado: Al haber máquinas de alta tecnología, el recurso humano sólo es necesario para el control o manejo de estas, supervisión y operación de acuerdo a la actividad. A continuación, se mostrarán cada uno de los subprocesos:

2.1. Purificación del agua y control de calidad: Procesos iguales a los descritos en el embotellamiento manual.

2.2. Preparación sirope: En la marmita que tiene una capacidad de 0.15 m³, se procede a preparar la bebida base o sirope, sea para agua de panela o jugos. Esta se calienta mediante el calor producido por la caldera, alcanzando una temperatura de 80 a 90 grados Celsius, mediante el aumento de temperatura las materias primas utilizadas se empiezan a mezclar para ir formando la solución esperada que es el sirope.

La marmita, es una máquina utilizada en la industria de los alimentos, actúa como una especie de olla industrial para realizar mezclas, en esta máquina entra vapor de agua caliente hacia unas resistencias donde se transfiere el calor a las paredes de la máquina o chaquetas. También contiene un sistema eléctrico, con un motor para mover unas aspas que se encargan del proceso de mezclado o agitación, otros elementos que contiene son visor de temperatura, manómetro, válvula de seguridad y termostato.

La caldera tiene una capacidad de 400 litros y funciona con vapor de agua teniendo como combustible gas. Se aclara que si se va a embotellar agua purificada, este proceso no se realiza.

2.3. Mezcla con agua: En uno de los tanques, que se muestra en la Figura 11, con capacidad de 4.000 Litros se realiza la mezcla del sirope

con el agua, que se realiza mediante unas bombas las cuales impulsan la entrada de los líquidos para realizar la respectiva mezcla.

Según el gerente la proporción de bebida base y agua es de 40% a 60% respectivamente, por ser una empresa que ofrece los servicios de maquila, no puede revelar las materias primas utilizadas para la fabricación de la bebida.

Después de esto se procede a la preparación de toda la maquinaria, para el embotellado automatizado, la cual se hace aproximadamente 15 minutos antes de iniciar la producción, verificando que todo esté en buen funcionamiento.

2.4. Control de Calidad de la bebida: Se extrae una muestra de la bebida para hacer las respectivas pruebas en el laboratorio comprobando que la mezcla haya quedado bien en cuanto a su sabor, fórmula e higiene, midiendo pH y grados Brix. Esta labor es hecha por el ingeniero químico contratado.

Figura 11. Tanque de almacenamiento y mezcla

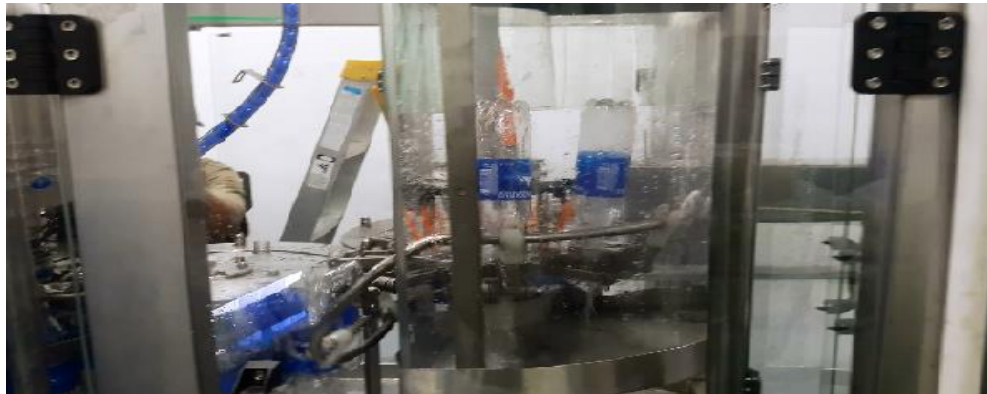


Fuente: Embotelladora BCGR, 2017.

2.5. Lavado de botellas: Las botellas ingresan por una banda que las envía con fuerza por aire comprimido al rinse donde son colocadas boca abajo para ser lavadas con agua purificada que sale en forma de chorro a presión hacia arriba, lanzando 50 ml de agua aproximadamente. En la Figura 12 se muestra este proceso. El lavado es simple ya que las botellas vienen esterilizadas de fábrica. El agua utilizada es arrojada hacia un tubo para ser descargada al sifón.

Actualmente, el rinse se utiliza para botellas de 600 y 500 ml, sin embargo, también se pueden embotellar en presentaciones con otros volúmenes, siempre y cuando la medida de la rosca empate con las establecidas en la máquina, y no supere dimensiones de largo y ancho estandarizadas para este sistema.

Figura 12. Rinse para lavado de botellas



Fuente: Embotelladora BCGR, 2017.

2.6. Embotellamiento: En este punto, se transfiere mediante unas mangueras la bebida fabricada a las botellas hasta cumplir su capacidad que ha sido programada en la máquina, para luego ser tapada inmediatamente. En la Figura 13 se representa este proceso.

Figura 13. Llenadora y tapadora automatizada



Fuente: Embotelladora BCGR, 2017.

Allí pasan en promedio 30 botellas por minuto. En las últimas tres producciones, se tuvo un promedio que 5 de cada 100 botellas se dañan, y de cada 1000 tapas se dañan 10, a causa que, en ocasiones la maquinaria sufre pequeñas averías que hacen que las botellas se atasquen y algunas se dañen.

Otra razón es porque algunas botellas vienen con defectos de fábrica en la formación del cuello o de la rosca de la botella y no empatan con la máquina. Sin embargo, este número cambia en gran medida en cada producción, por lo cual no se puede tener un promedio de botellas y tapas dañadas de manera exacta, ya que es algo aleatorio. Estas botellas son devueltas a la empresa, para que en la empresa fabricante de botellas plásticas las reciclen.

2.7. Control de calidad y etiquetado: Estas botellas pasan por unas bandas donde un operario verifica que estén bien tapadas, y observando alguna irregularidad que se presente en el producto. Luego se colocan etiquetas si es necesario. La Figura 14 muestra esta área.

Figura 14. Control de calidad en las bandas



Fuente: Embotelladora BCGR, 2017.

2.8. Embalaje: En la Figura 15 se muestra la enfardadora que es una máquina donde se hace el proceso de embalaje. Esta máquina se divide en dos partes, la bandeja con sensor y la termoencogedora. Después que las botellas hayan sido verificadas, van pasando por una banda, que las dirige hacia una bandeja, en la cual se van agrupando de a 24 unidades, esta posee un sensor que determina que el número de botellas está completo y están bien ubicadas para luego avanzar hacia la termoencogedora, en la cual se coloca el plástico que recubre a la paca de 24 unidades, para que se adhiera a la parte externa de la paca pasando inmediatamente la parte final del proceso donde unos ventiladores bajan la temperatura de la paca.

Figura 15. Enfardadora de la planta embotelladora BCGR

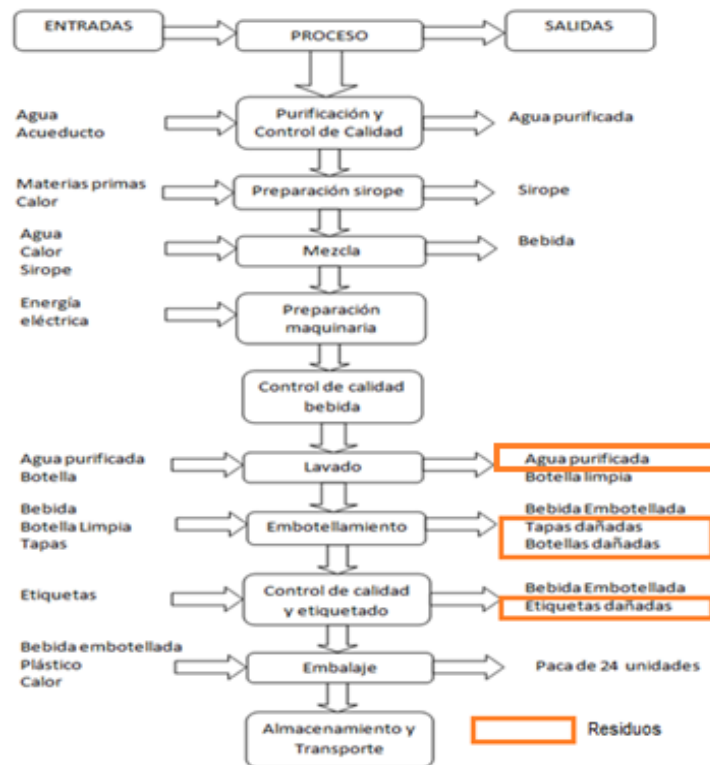


Fuente: Embotelladora BCGR, 2017.

Por último, con una máquina de calor, un operador manualmente termina de darle la forma al plástico para que la paca quede bien plastificada.

2.9. Transporte: Las pacas son llevadas a la bodega, para luego ser transportadas en el camión. En la Gráfica 5, se resume todo el proceso de embotellamiento automatizado mediante un diagrama de procesos, identificando entradas y salidas.

Gráfica 5. Diagrama de procesos para embotellamiento automatizado



Fuente: El Autor, 2017.

➤ DESCRIPCIÓN DE MÁQUINAS:

En la Tabla 9 se muestran las máquinas utilizadas y el consumo que generan de energía, el gerente tiene la información del amperaje de cada máquina, y mediante la siguiente fórmula se convertirá a Watts para tener los datos del consumo energético:

$$kWh = \frac{\text{Amperaje} \times \text{Voltaje}}{1000}$$

La planta cuenta con energía eléctrica suministrada a 220 V para todas las máquinas.

Ejemplo: Para la marmita

$$kWh = \frac{2 \text{ Amp} \times 220 \text{ V}}{1000} = 0,44$$

Tabla 9. Características eléctricas de las máquinas

MÁQUINA	PROCESO	CAPACIDAD	Amp	Voltaje	kWh
Marmita	Preparación bebida base	150 Litros	2	220	0,44
Rinse y llenadora	Lavar y embotellar	30 botellas/min	17	220	3,74
Enfardadora	Plastificar pacas	24 unidades	35	220	7,7
Bandas	Transportar las botellas a las otras máquinas	30 botellas/min	5	220	1,1
Codificador	Fechas de vencimiento	30 botellas/min	0.5	220	0,11

Fuente: El Autor, 2017.

El mantenimiento de las máquinas se realiza semanalmente, por un operario de la planta capacitado para realizar las pruebas a las máquinas y en reparaciones que se lleguen a necesitar.

➤ PRODUCCIÓN:

En la Tabla 10 se muestra la producción mensual de las diferentes bebidas fabricadas y embotelladas en la planta:

Tabla 10. Unidades de producción mensual de los productos elaborados en la Embotelladora BCGR en el año 2017.

PRODUCTO/MES	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
BOTELLONES DE AGUA	200	300	300	400	450	700	850
MONTECARLO	11.000	14.000	13.000	17.000	140.000	140.000	140.000
CANÉ	22.000	25.000	0	55.000	60.000	60.000	60.000
CACTUS	4.000	6.000	0	20000	16.000	0	17.000
BIOCOCO	0	0	5.500	6.500	0	16.000	0

Fuente: Gerente de la Embotelladora BCGR, 2017.

De los clientes con los que cuenta la embotelladora, los más recurrentes son Montecarlo y Cané, los demás han sido variables en los pedidos de producción. A continuación, en la Tabla 11 se muestra la producción mensual de los clientes recurrentes, para relacionarlos con el volumen producido, estos datos fueron brindados por la gerencia de la embotelladora:

Tabla 11. Producción mensual promedio fija en la Embotelladora BCGR.

EMPRESA	PRODUCTO	UNIDADES MENSUALES	CANTIDAD /UNIDAD	VOLUMEN TOTAL (L)
Montecarlo	Agua Purificada	140.000	600 ml	84.000
Cané	Agua de Panela	60.000	500 ml	30.000

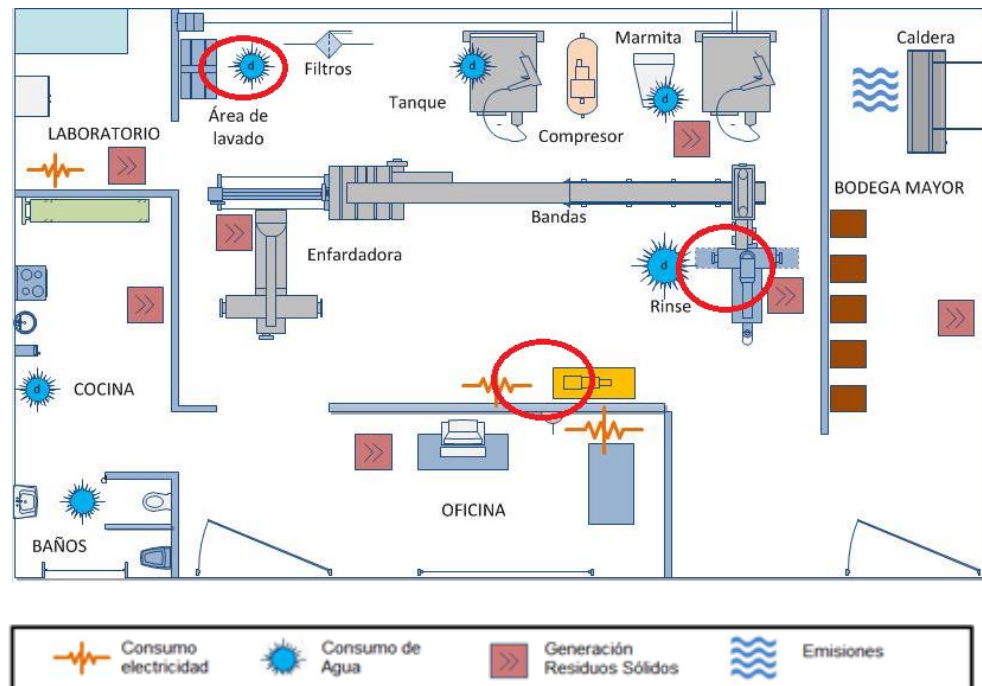
Fuente: Gerencia de la empresa, 2017.

6.1.3. Ecomapa

Se utilizará la herramienta del **ecomapa**, donde se pueden observar en el plano de la empresa, los aspectos ambientales de la planta, es decir, donde hay consumos de energía, consumos o desperdicios de agua, generación de residuos sólidos, ruido, emisiones, para así detectar visualmente, los impactos ambientales existentes en la planta, como se evidencia en la Figura 16.

Con los círculos rojos se muestran los puntos considerados críticos, que serán de principal importancia a mejorar cuando se planteen las estrategias. Estos puntos críticos, se ubicaron en el gasto y desperdicio de agua en el lavado de botellones y lavado en rinse. También en el alto consumo de energía eléctrica al tener en funcionamiento todas las máquinas.

Figura 16. Ecomapa de la Embotelladora BCGR



Fuente: El Autor, 2017.

Para analizar mejor los diferentes impactos ambientales encontrados en el ecomapa con sus respectivos puntos críticos, se dividirán por cada aspecto ambiental encontrado allí:

Consumo de agua:

➤ En el área de lavado de botellones, como se registra en la Figura 17, se evidencia desperdicio de agua, ya que en el suelo existe agua regada como se observa en la imagen; parte de esta agua contiene soda caustica y ácido peracético la cual se riega en el suelo para que vaya al sifón o se seque.

En una visita que se hizo al lugar, se pudo observar la forma en la cual una operaria realizaba este proceso, y este se realizaba a llave abierta, como si fuera un modo casero de “lavar loza”, es decir no existía algún control sobre la cantidad de agua a utilizar por limpieza de cada botellón, ni tampoco del tiempo necesario.

Figura 17. Evidencia de desperdicio de agua zona de lavado de botellones



Fuente: El Autor, 2017.

➤ En el inicio del proceso de embotellamiento automatizado, en el rinse, las botellas son lavadas con agua purificada y esta agua cae en la base de la estructura para luego ser dirigida por un tubo al suelo para que esta se dirija al sifón o se vaya secando.

Además se evidenció, que en varias ocasiones al iniciar el proceso y el operario no actúa con agilidad y destreza en cuanto a ubicar las botellas en el impulsor, en el rinse queda el espacio vacío, y se libera el agua necesaria para limpiar una botella, desperdiciando agua.

En la Figura 18 y 19 se puede observar la evidencia de lo mencionado y se puede denotar mucho desperdicio de agua, además hay que tener en cuenta que esta llega purificada de los filtros:

Figura 18. Evidencia desperdicio de agua en el rinse



Fuente: El Autor, 2017

Figura 19. Desperdicio de agua dirigida hacia sifón



Fuente: Embotelladora BCGR, 2017.

Consumo de energía eléctrica:

➤ El otro punto crítico, tiene que ver con la electricidad, ya que estas máquinas consumen energía en los momentos de producción, recurso que la empresa utiliza bastante, y puede ser un punto a mejorar para mejorar el desempeño de esta. Es decir que por cada minuto que las máquinas sean utilizadas indebidamente es un consumo innecesario y por lo tanto un gasto también. El tiempo de verificación de máquinas, de tiempo en cada subproceso u otros factores pueden contribuir a que estén prendidas más tiempo de lo debido. En la Figura 20 se muestra el área donde todas las máquinas son conectadas, teniendo un sistema de regulación para evitar daños.

Figura 20. Zona de conexión eléctrica en la Embotelladora BCGR



Fuente: Embotelladora BCGR, 2017

- También se pudo observar que en sectores como las áreas comunes, laboratorio y en la oficina, se mantenía la luz prendida, a pesar que en la oficina hay suficiente iluminación proveniente de luz natural, y que las áreas comunes, no son lugares de uso recurrente por parte de los trabajadores, lo cual genera consumos innecesarios de energía, evidenciado en la Figura 21, 22 y 23.

Figura 21. Evidencia consumo de luz innecesaria en cocina



Fuente: El Autor, 2017

Figura 22. Evidencia gasto de luz innecesaria en zona de oficina



Fuente: El Autor, 2017.

Figura 23. Evidencia gasto de luz innecesaria en laboratorio



Fuente: El Autor, 2017.

Ruido:

En el momento de la producción las máquinas producen ruido, pero no superan los valores establecidos en la ley 1792 de 1990 la cual establece que no se deben superar los 85 dBA sobre 8 horas de tiempo. Por esta razón el aspecto ambiental del ruido no es considerado como un punto crítico, o un punto a tratar para mejorar el desempeño ambiental y competitivo de la empresa.

Generación de residuos sólidos:

Como se mencionó antes, la embotelladora por el momento funciona a base del servicio de maquila, ya que el producto propio de BCGR llamado Kumbia es fabricado en Medellín, por lo tanto, los residuos industriales generados allí son producto del embalaje de la materia prima, sobras de insumos o desperdicios de materia prima en los procesos.

Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones, de acuerdo al contrato que se haga con las empresas que alquilan el servicio, el embalaje es devuelto a la empresa que alquiló el servicio, y el resto de desechos plásticos es entregado a una empresa recicladora, la cual se encarga del tratamiento. En el desarrollo del proyecto se evaluará el manejo de estos residuos, para que pueda ser mejorada la disposición de estos, aunque no se considera un punto crítico dentro de la actividad productiva de la empresa.

A continuación, en la Tabla 12 se registran los residuos sólidos generados por la empresa que en su mayoría son plásticos, estos son recolectados y entregados a Aso Ambiental Chía, empresa encargada de reciclar estos elementos:

Tabla 12. Kilogramos de residuos generados mensualmente para reciclaje en el año 2017.

MES	CARTÓN	PLÁSTICO	PET	CHATARRA
Julio	0	45	15	0
Agosto	0	155	4	0
Septiembre	0	55	4	12

Fuente: El Autor, 2017.

Como se puede observar, las cantidades de residuos sólidos varían mes a mes de acuerdo a la cantidad y tipo de producto que se procese.

Emisiones:

El único proceso dónde se genera emisiones, es en la caldera que funciona a base de gas, y libera vapor de agua, vapor utilizado para calentar la marmita donde se preparan las bases de las bebidas. Este aspecto tampoco está considerado dentro de los críticos a tratar en la organización.

También se menciona que según la resolución 909 del 5 de junio de 2008, los equipos de combustión externa que utilicen gas natural como combustible, no deben cumplir con los estándares de emisión para material particulado y dióxido de azufre.

Vertimientos:

En la planta se generan vertimientos en los procesos de aseo de pisos e instalaciones, en el mantenimiento y limpieza de maquinaria, en la descarga del sirope sobrante, y en limpieza de botellas o botellones. En cuanto al aseo de la planta, las descargas son de tipo doméstico común, las descargas resultantes de lavado de tanque y marmita, contienen materia orgánica como carbohidratos, y otras sustancias utilizadas en la fabricación de las bebidas como jugos o agua de panela. Todas estas descargas son dirigidas hacia la cañería.

Sin embargo, este aspecto ambiental no se considera un punto significativo a tratar, ya que las descargas con materia orgánica son pequeñas y no representan un posible incumplimiento a la ley. De todas maneras, se formulará una estrategia para mejorar este aspecto que va directamente relacionado con el manejo del agua de la planta, ya que, al disminuir el consumo de agua en los procesos mencionados, así mismo se disminuye la cantidad de vertimientos.

6.1.4. Ecobalance

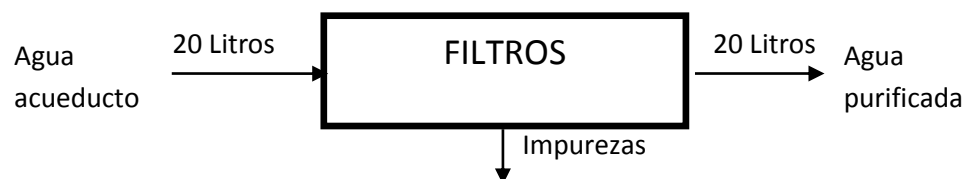
Después de definir los procesos realizados en la empresa, desde su inicio hasta el producto final, y con el ecomapa realizado, donde de forma sencilla se

pueden observar los puntos donde existen impactos ambientales, se procede a realizar un **ecobalance**, herramienta con la cual, podemos cuantificar las entradas y salidas de materia y energía, en los procesos mencionados. Estos ecobalances se muestran desde la Gráfica 6 hasta la Gráfica 15.

En cuanto al embotellamiento manual, a continuación, se muestran los ecobalances de los procesos mencionados allí. Se tomará como base de cálculo el proceso para producir un botellón de agua de 20 Litros:

- Proceso 1.1: Purificación del agua

Gráfica 6. Ecobalance filtros



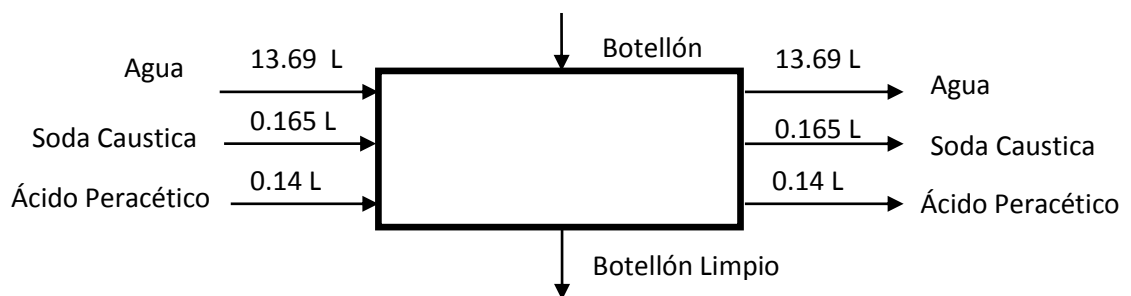
Fuente: El Autor, 2017.

- Proceso 1.2: Control de calidad

Se revisa la calidad del agua en el laboratorio, por lo tanto, para este proceso no es necesario realizar un ecobalance.

- Proceso 1.3: Lavado de botellones (Punto Crítico)

Gráfica 7. Ecobalance lavado de botellones



Fuente: El Autor, 2017.

Como se mencionó en la descripción de procesos, en este punto no hay un control del gasto de agua para lavar un botellón, para determinar el promedio de gasto, se hizo una medición de este proceso, en un momento en donde la planta estaba embotellando agua por botellones, se tomó el caudal de la llave de agua, y el tiempo que duraba abierta para lavar el botellón y de esta forma poder determinar el consumo promedio. En la Tabla 13 se registran los datos obtenidos con su respectivo promedio:

- Cálculo del caudal:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Q = Caudal

V = Volumen

t = Tiempo

Para determinar el volumen se utilizó una botella de 600 ml o 0,6 Litros de las que había en la planta, y se llenó en 3,67 segundos, por lo tanto, el caudal es:

$$Q = \frac{0,6 L}{3,67 s} = 0,16 L/s$$

Ahora conociendo el caudal, se tomó el tiempo de lo que se demoró cada botellón en lavarse, y mediante el despeje de la anterior formula determinar los litros gastados.

Se determina el volumen de agua gastado:

$$V = Q \times t$$

Ejemplo: Para botellón 1

$$V = 0,16L/s \times 82 s = 13, 12L$$

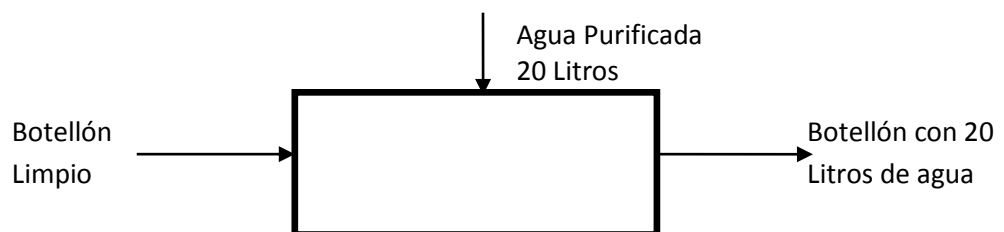
Tabla13. Promedio de consumo de agua en lavado de botellones

BOTELLÓN	TIEMPO (s)	AGUA (L)
1	82	13,12
2	95	15,53
3	72	11,77
4	79	12,91
5	91	14,87
PROMEDIO		13,69

Fuente: El Autor, 2017.

- Proceso 1.4: Llenado

Gráfica 8. Ecobalance llenado



Fuente: El Autor, 2017.

- Proceso 1.5: Tapado y Etiquetado

Gráfica 9. Ecobalance tapado y llenado



Fuente: El Autor, 2017

Se pueden generar como desechos tapas o etiquetas dañadas, pero este hecho es muy poco usual que ocurra. Sin embargo, de llegar a pasar, se envían a la empresa que recicla el plástico.

- Proceso 1.6: Almacenamiento y Transporte

No se requiere mostrar ecobalances para este proceso.

Ahora se muestran los ecobalances correspondientes al proceso de embotellamiento automatizado.

En la planta se embotellan varios productos, pero los que más tienen producción y continuidad es el agua purificada Montecarlo y agua de panela con jengibre marca Cané. Los ecobalances se basaran en el balance de materia y energía de las bebidas Cané, ya que muestran todo el proceso completo de fabricación de bebidas, lo cual no se tiene con el embotellamiento de agua purificada Montecarlo ya que allí no se realiza la elaboración del sirope.

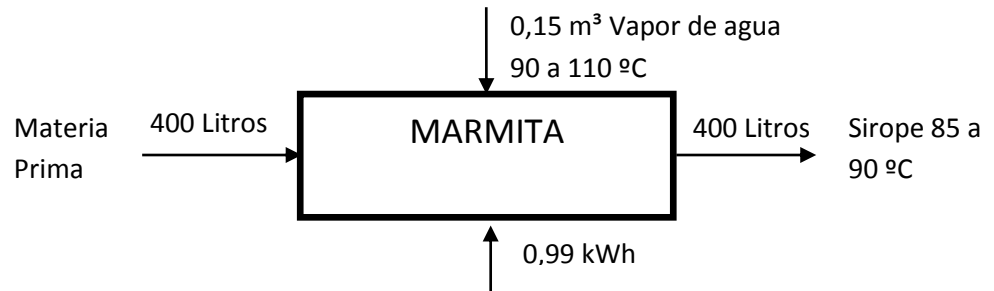
La producción mensual promedio en los últimos meses de la bebida Cané en la planta es de aproximadamente 30.000 Litros mensuales, por lo tanto tomaremos como base de cálculo para realizar los balances la producción de 1.000 Litros que son equivalentes a 2000 botellas. Para la producción de esta cantidad de botellas se tiene un aproximado de tiempo de 135 minutos, según el gerente de la empresa.

- Proceso 2.1: Purificación y Control de calidad.

Igual al proceso 1.1.

- Proceso 2.2: Preparación Sirope

Gráfica 10. Ecobalance marmita



Fuente: El Autor, 2017.

Para hallar el consumo de energía eléctrica en el proceso se hizo el siguiente cálculo:

Tiempo del proceso: 135 minutos

$$135 \text{ minutos} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = 2,25 \text{ horas}$$

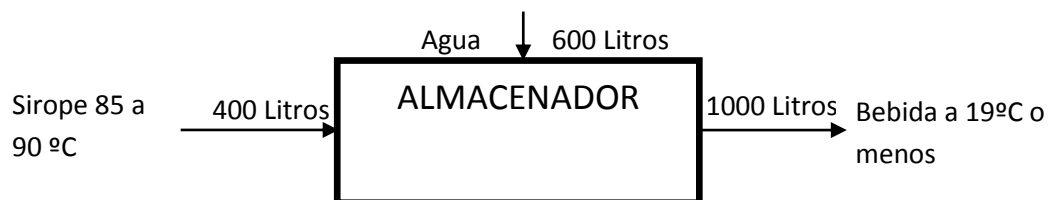
kWh de la marmita: 0,44 kWh

$$\text{Consumo de energía} = 0,44 \text{ kWh} \times 2,25 \text{ horas} = 0,99 \text{ kWh}$$

Se aclara que la marmita tiene una capacidad de 150 Litros y el sirope formado que esté listo va pasando al tanque de almacenamiento para ser mezclado con agua, hasta completar el volumen necesario para la producción. Para el ejemplo se describe una entrada de 400 Litros, pero esta va entrando a medida que va saliendo sirope de la marmita ya que o sino rebasaría la capacidad de esta.

- Proceso 2.3: Mezcla

Gráfica 11. Ecobalance almacenador



Fuente: El Autor, 2017.

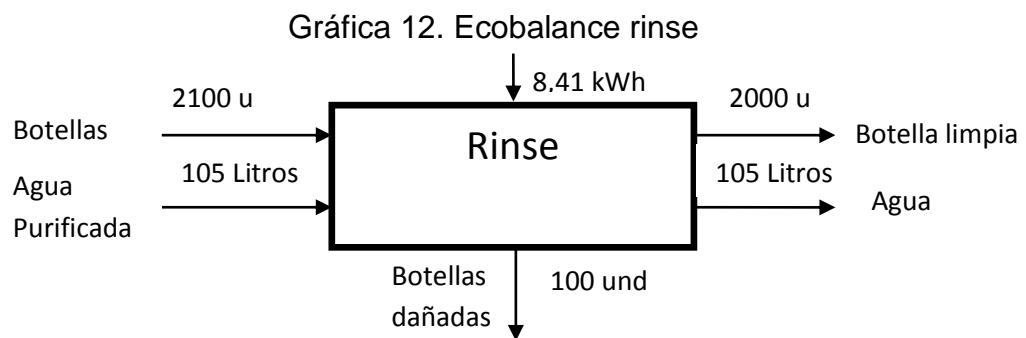
- Proceso 2.4: Preparación Maquinaria

Allí se hace la conexión de las máquinas 15 minutos antes verificando el correcto funcionamiento. No se realiza ecobalance, en los otros procesos se registra la energía eléctrica que ingresa a cada máquina.

- Proceso 2.5: Control de Calidad

Se toman muestras de la bebida determinando su buena calidad. No se realiza ecobalance.

- Proceso 2.6: Lavado



Fuente: El Autor, 2017.

Partiendo del dato que se utilizan 50 ml de agua que sale a presión hacia arriba para limpiar una botella, se calcula cuánto se gastaría para la producción de 2000 botellas:

$$50 \text{ ml/botella} \times 2100 \text{ botellas} = 105.000 \text{ ml}$$

$$\frac{105.000 \text{ ml}}{1000} = 105 \text{ Litros}$$

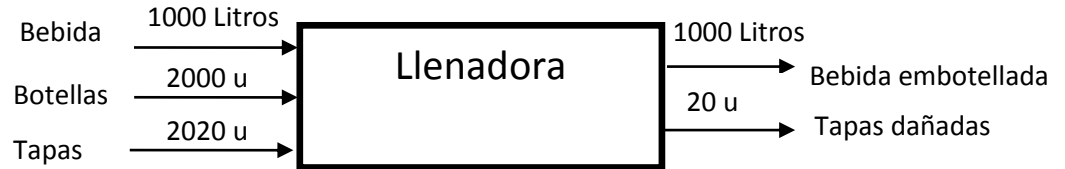
Según la información dada por un operario en el cual decía que la cantidad de botellas que no se podían utilizar para envasar, sea porque hayan llegado dañadas o tengan algún defecto, el promedio que se tenía es que de cada 100 botellas 5 no se usaban, por lo tanto, para una producción de 2000 botellas, 100 botellas no se usarían, para un total de 2100 botellas entrando al proceso.

Cálculo consumo energía eléctrica:

$$3,73 \text{ kWh} \times 2,25 \text{ horas} = 8,41 \text{ kWh}$$

- Proceso 2.7: Embotellamiento

Gráfica 13. Ecobalance llenadora

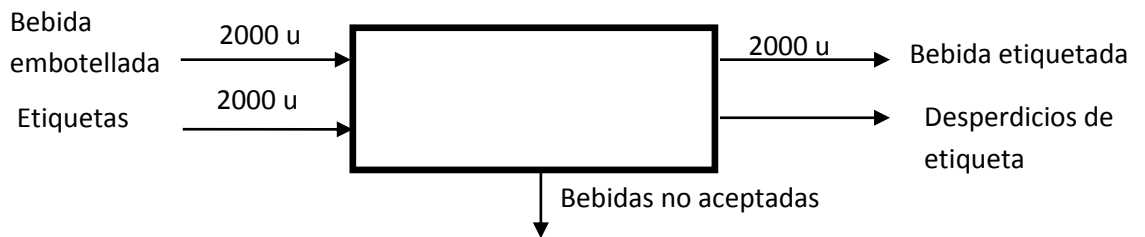


Fuente: El Autor, 2017.

El promedio de tapas dañadas o no utilizados en el embotellamiento es 10 de cada 1000, es decir que para una producción de 2000 botellas se tendrían 20 tapas dañadas, para un total de 2020 tapas que ingresan al proceso.

- Proceso 2.8: Control de Calidad y Etiquetado

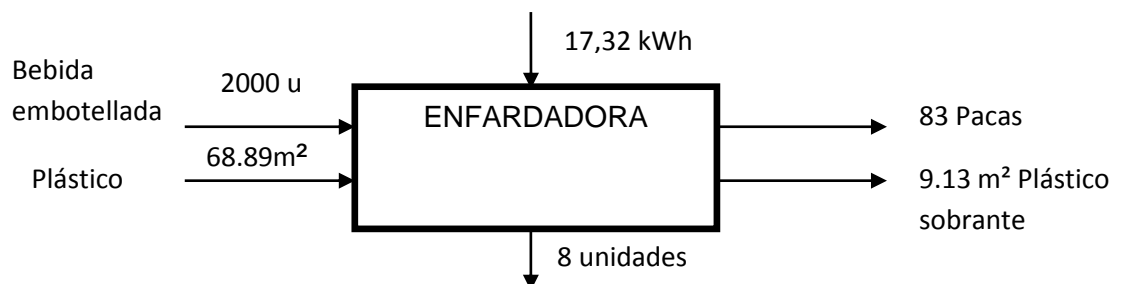
Gráfica 14. Ecobalance control y etiquetado



Fuente: El Autor, 2017.

- Proceso 2.9: Embalaje

Gráfica 15. Ecobalance enfardadora



Fuente: El Autor, 2017.

$$\text{Cantidad de pacas} = \frac{2000 \text{ unidades}}{24 \text{ unidades/paca}} = 83,3 \text{ pacas}$$

Para cada paca se necesitan 0,83m² de plástico, y al hacer el corte en la enfardadora sobran en total 0,11 m² de plástico. Estos datos fueron medidos en la planta.

$$\text{Plástico para pacas} = 0,83 \text{ m}^2 \times 83 = 68,89 \text{ m}^2$$

$$\text{Plástico sobrante} = 0,11 \text{ m}^2 \times 83 = 9,13 \text{ m}^2$$

Cálculo consumo de energía eléctrica:

$$7,7 \text{ kWh} \times 2,25 \text{ horas} = 17,32 \text{ kWh}$$

- Proceso 2.10: Almacenamiento y Transporte

No se realiza ecobalance.

- Mantenimientos y limpieza

Según el gerente, para el mantenimiento o limpieza de los equipos se utilizan 200 Litros cada tres días aproximadamente, que en el mes reflejaría 2000 Litros consumidos. En cuanto al lavado de pisos y aseo de la planta, se consumen 1000 Litros mensuales aproximadamente. Esta limpieza incluye un sistema en el cual después de cada producción, se limpian los equipos con agua filtrada, la cual elimina impurezas del tanque de almacenamiento en los momentos de producción de jugos o agua de panela, limpieza de marmita y limpieza del rinse.

6.1.5. Costos de Ineficiencia

Ahora se procede a calcular los **costos de ineficiencia**, que cómo su nombre lo indica son los costos que son causados por las ineficiencias o desperdicios encontrados en la organización, recordemos que la eficiencia total en un proceso es cuando toda la masa o energía que entra, se transforma en producto, si hay algo que sobra, a esto se le denomina contaminación. En la Tabla 14 se registran los costos relevantes para este trabajo, datos entregados por el gerente de la empresa.

Tabla 14. Costos directos e indirectos de la Embotelladora BCGR

COSTOS				
			\$	Unidad
DIRECTOS	Trabajadores	Operarios	815.000	mes
		Mecánico	815.000	mes
		Conductor	815.000	mes
	Máquinas	Mantenimiento	1.200.000	3 meses
		Otros	300.000	
	Materias primas	Agua	3660,07	m³
		Botellas	25	unidad
INDIRECTOS				
	Trabajadores	Contador	60.000	hora
		Administrador	70.000	hora
		Ingeniero	75.000	hora
	Luz		454,07	kW/h
	Transporte	Diesel	30.000	día
	Aseo	Soda caustica	25.000	3 kilos
		Acido Peracético	45.000	10 kilos
		Otros	38.000	

Fuente: Gerencia de la Embotelladora, 2017.

En este punto del análisis de costos, es donde se comienzan a reflejar las ventajas o desventajas que pueda tener la organización con la forma de producción que se ha venido llevando, y cualquier mejora en un proceso, que implique aumentar su producción y/o disminuir costos se convierte en un beneficio para ellos.

Al ser una planta que principalmente presta un servicio y los recursos que más consume son agua y energía eléctrica, estos serán los puntos más relevantes.

Consumo de energía:

A continuación, en la Tabla 15 se mostrarán los consumos energéticos en los últimos 7 meses hasta octubre de 2017:

Tabla 15. Consumos mensuales de energía en kWh

MES	kWh
Abril	414
Mayo	374
Junio	299
Julio	678
Agosto	375
Septiembre	363
Octubre	2448

Fuente: Gerencia, 2017.

La empresa Condensa es la que provee de electricidad a la planta de embotellamiento.

El consumo energético dentro de la empresa es uno de los recursos más consumidos y necesarios para los procesos productivos. Para relacionar la cantidad de energía consumida con su costo, analizaremos el costo que tiene mantener la maquinaria prendida por minuto, ya que en un momento que se hizo una visita a la planta, hubo un problema con el motor de la llenadora y transcurrió un tiempo sin ser utilizada la maquinaria, lo que se traduce en pérdidas para la empresa.

Primero se hace el cálculo del costo de kWh por minuto:

$$\text{kWh} = \$454.07$$

$$\text{kWmin} = \frac{\$454.07}{60} = \$7.56$$

Cada máquina consume una cantidad de energía en el arrancado y otra en el sostenimiento, se convertirán estos datos en kWh como se hizo en la anterior tabla, para luego calcular el costo de mantener prendida la máquina por minuto, en la Tabla 16 se registrarán los resultados de los cálculos para estos aspectos:

Ejemplo: Para la marmita

- Para arranque:

Amperaje de arranque: 3

$$\text{kWh} = \frac{\text{Amperaje} \times \text{Voltaje}}{1000}$$

$$\text{kWh} = \frac{3 \times 220}{1000} = 0,66$$

$$\text{Costo/min} = 0,66 \times \$7,56 = \$4,98$$

- Para sostenimiento:

$$\text{Costo / min} = 0,44 \times \$7,56 = \$3,32$$

Tabla 16. Costo por minuto de funcionamiento de cada máquina

MÁQUINA	ARRANQUE	kWh	COSTO/MIN	SOSTEN. kWh	COSTO/MIN
Marmita	3 amp	0,66	\$4,98	0,44	\$3,32
Rinse y llenadora	20 amp	4,4	\$33,26	3,74	\$28,27
Enfardadora	85 amp	18,7	\$141,37	7,7	\$58,21
Bandas	6 amp	1,32	\$9,97	1,1	\$8,31
Codificador	0.7 amp	0,15	\$1,13	0,11	\$0,83
TOTAL		25,23	\$190,71	13,09	\$98,94

Fuente: El Autor, 2017.

Teniendo en cuenta estos cálculos, se puede inferir que para un manejo adecuado del sistema eléctrico de la planta, el costo de ineficiencia por tiempo mal utilizado en los momentos de producción es de \$98,94/min. El costo generado por el arranque de las máquinas no es tomado en cuenta para mejorar la eficiencia ya que es indispensable para el comienzo del proceso productivo.

En la planta se prenden las máquinas 15 minutos aproximadamente antes de iniciar producción, este tiempo se utiliza para corroborar que las máquinas están funcionando bien, y que todo este en óptimas condiciones para cuando se empiece a producir. Sin embargo mediante la observación que se hizo allí, no es necesario demorarse 15 minutos en ese proceso, ya que se puede realizar en menos tiempo teniendo un promedio de 10 minutos, objetivo que se logró en una de las visitas al lugar.

Estos 15 minutos aproximados que duran las máquinas prendidas antes de empezar a producir le cuesta a la empresa:

$$\$98,94/\text{min} \times 15 \text{ min} = \$1.484,1$$

En las alternativas presentadas mencionaremos el beneficio que obtendrá la empresa optimizando los tiempos de alistamiento de máquinas.

Consumo de agua:

En la Tabla 17 se muestran los consumos de agua de la planta desde sus inicios en diciembre de 2016:

Tabla 17. Consumo bimensual de agua en m³

MES	CONSUMO m ³
Noviembre – Diciembre	49
Enero – Febrero 2017	43
Marzo – Abril	77
Mayo – Junio	70
Julio – Agosto	102
Septiembre – Octubre	316

Fuente: Gerencia de la Embotelladora, 2017.

De acuerdo a la información obtenida, el costo que tiene para la empresa el desperdicio de agua es de \$3660,07 por m³.

Proceso 1.3 Lavado de Botellones: Este fue un punto crítico identificado en la planta, por el gasto de agua que se estaba viendo reflejado. Procederemos a calcular el costo que tiene para la empresa el lavado de cada botellón.

Al haber hecho todas las medidas de los procesos en litros, se calcula el costo del agua por litros

$$1\text{m}^3 = 1000 \text{ Litros}$$

$$\text{Litro de agua} = \frac{\$3660,07}{1000}$$

$$\text{Litro de agua} = \$3,66$$

Litros promedio consumidos por lavado de botellón: 13,69 L

$$13,69 \text{ L} \times \$3,66 = \$50,1$$

Para una producción de 1000 botellones el costo sería de:

$$1000 \times \$50,10 = \$50.100$$

El tiempo promedio que se gasta al realizar esta actividad es de 1,39 min. Se realizó una prueba del tiempo que se tardaría el operador realizando la actividad con la estrategia propuesta, tomando tres muestras diferentes para calcular el tiempo promedio y estos fueron los resultados, que se muestran en la Tabla 18:

Tabla 18. Promedio de tiempo utilizado en lavado de botellones

MUESTRA	TIEMPO (s)	PROMEDIO (s)	PROMEDIO (min)
1	59,06	63,08	1,05
2	67,05		
3	63,13		

Fuente: El Autor, 2017.

Se puede concluir que aparte del ahorro económico y de agua para la empresa, esto también se traduce en ahorro de tiempo, que representa también un ahorro de dinero para la empresa o una oportunidad para producir más en el mismo tiempo que se gastaba antes.

Ahorro de tiempo por botellón: $1,39 \text{ min} - 1,05 \text{ min} = 0,34 \text{ min}$

Si antes la empresa se demoraba 4,47 min por embotellamiento de cada botellón de agua ahora se demoraría 4,13 min.

Proceso 2.6 Lavado: Dentro del embotellamiento automatizado, este proceso representa desperdicio de agua cuando en el rinse no están las 8 botellas ocupando los espacios completos. A continuación, se calculará el costo que tiene para la empresa el no llevar una operación óptima:

Cantidad de agua por botella lavada: 50 ml = 0,05 L

Costo del litro de agua: \$3,66

Costo por ausencia de botella en el rinse = $0,05 \times 3,66 = \$0,183$

El número de ausencia de botellas en el rinse por producción es aleatorio ya que depende de la eficacia con la que el operario realice el trabajo, no hay como tal un promedio de referencia. Para esto en la Tabla 19 se muestra el costo de acuerdo a la cantidad de botellas en ausencia en el rinse:

Tabla 19. Costo por botella ausente en el rinse

Botellas faltantes	COSTO
1	\$0,183
50	\$9,15
1000	\$183
10.000	\$1.830
100.000	\$18.300

Fuente: El Autor, 2017.

Para una optimización de los procesos llevados a cabo en la planta, es importante conocer el consumo de agua, de energía eléctrica y costo por unidad producida. De acuerdo a los datos mostrados anteriormente, en la Tabla 20 se muestra el cálculo de estos datos:

Tabla 20. Consumos y costos por unidad producida mensualmente

MES	AGUA			ENERGÍA (kWh)			COSTO MANO OBRA/TRABAJADOR		
	LITROS	UNIDADES	L/UN.	kWh	UNIDADES	kWh/UN.	SALARIO	UNIDADES	COSTO/UN.
MAYO	70.000	82.500	0,848	374	37.200	0,0101	\$815.000	37.200	\$21,91
JUNIO				299	45.300	0,0066	\$815.000	45.300	\$17,99
JULIO	102.000	117.700	0,867	678	18.800	0,0361	\$815.000	18.800	\$43,35
AGOSTO				375	98.900	0,0038	\$815.000	98.900	\$8,24
SEPTIEMBRE	316.000	433.150	0,730	363	216.450	0,0017	\$815.000	216.450	\$3,77
OCTUBRE				2448	200.200	0,0122	\$815.000	200.200	\$4,07

Fuente: El Autor, 2017.

Como se puede observar en la tabla, entre más unidades mensuales se producen, tiene a disminuir los consumos y costos por unidad. Sin embargo hay que tener en cuenta que como la empresa no cuenta con un control de consumos no se puede establecer con claridad la cantidad de consumos de agua y energía que se están desperdiciando, para de esta forma calcular los costos de ineficiencia totales en los procesos. Además cada producto maneja volúmenes de agua diferente, y al no tener un registro de las entradas y salidas de agua en cada proceso y cada producción no se puede calcular el dato exacto de costos y consumo por unidad producida. El costo de mano de obra por unidad producida, también se puede calcular al tener los anteriores datos mencionados bien registrados.

Residuos sólidos:

Partiendo del hecho que la planta cuenta con un buen manejo de residuos sólidos, y que, en ningún punto de los procesos, ni zona del lugar se detectaron problemas significativos en este aspecto, al no poseer los datos de la cantidad de residuos generados, no se pueden realizar cálculos de costos. Sin embargo, a continuación, en la Tabla 21 se muestra donde se reflejan los residuos generados con su respectiva disposición final.

Tabla 21. Residuos sólidos generados en la embotelladora

RESIDUOS	DISPOSICIÓN FINAL
Gorros y tapabocas	Relleno Sanitario
Plásticos	Recicladora
Etiquetas y tapas dañadas	Recicladora
Plástico termoencogible	Recicladora
Embalaje materias primas	Recicladora
Desperdicios laboratorio	Relleno Sanitario
Botellas defectuosas o dañadas	Recicladora

Fuente: El Autor, 2017.

Como se puede observar, los residuos sólidos no representan un aspecto a trabajar dentro de la organización para obtener un beneficio económico o competitivo directo, ya que la mayoría terminan en reciclaje o devueltos a los clientes, y los otros desechos producidos son de tipo doméstico.

Por último, en cuanto a los costos de ineficiencia, el cálculo del costo por unidad producida es un dato importante para un buen desarrollo de estrategias, ya que estas pueden ser guiadas para disminuir el costo de este, pero en el caso de esta embotelladora, al no diferenciar las cantidades de agua consumida por proceso y por producción de bebida, además de no poseer información de la duración de cada producción, para con esta hallar los costos por electricidad, no se puede hallar un costo exacto por unidad producida.

6.1.6. Análisis Ciclo de Vida

Como uno de los objetivos de este proyecto es dar un enfoque al ciclo de vida del producto, mediante la herramienta de la **Matriz MED**, se hará un estudio y análisis, de toda la cadena por la cual pasa el producto, desde su nacimiento hasta su disposición final.

El objetivo de una Matriz MED que significa Materiales, Energía y Desechos, es que pueda ser entendida por cualquier persona, o miembros de la organización de forma sencilla. Para el caso de BCGR, que su bebida registrada es Kumbia, y que tiene proyectado para el próximo año producirla en la embotelladora de Chía, enfocaremos el análisis de ciclo de vida en ella, ya que como se mencionó antes, allí en esta planta se presta un servicio y acceder a la información de las materias primas y proveedores de las empresas que alquilan el servicio de maquila es de difícil acceso.

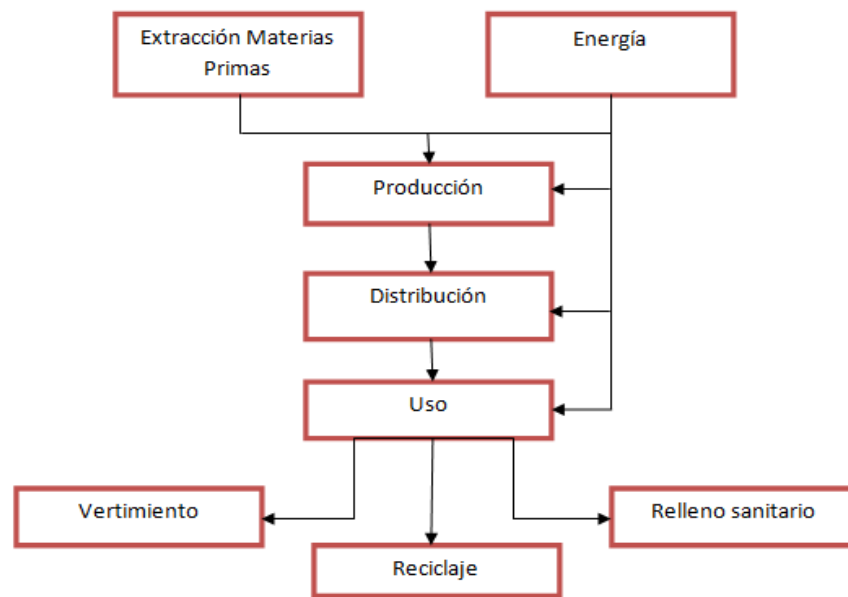
Además, cuentan con elementos en común al ser bebidas refrescantes saludables, y por lo tanto el análisis de ciclo de vida de la bebida a base de Aloe, es similar a las demás.

Para la construcción de la matriz, se clasificará el ciclo de vida en 5 etapas:

1. Extracción de materia prima
2. Proceso de producción
3. Distribución
4. Uso
5. Fin de vida o disposición final

En la Gráfica 16 se muestra en forma de diagrama las etapas mencionadas del ciclo de vida.

Gráfica 16. Diagrama de etapas de ciclo de vida de un producto



Fuente: Autor, 2017.

1. Extracción Materia Prima:

Las materias primas que se utilizan para la producción de la bebida Kumbia son: agua, aloe vera, goma xantana, ácido cítrico, ácido ascórbico, pulpa de fruta, citrato de sodio y plástico tipo PET para las botellas.

- Agua: Este es el recurso más importante para la vida en nuestro planeta. La embotelladora obtiene el agua del sistema de acueducto, y allí el agua es extraída de la cuenca alta del río Bogotá, en los embalses Sisga, Tominé y Neusa. Al haber captación de agua también puede haber un desperdicio del recurso, y al ser un embalse que alimenta a otros municipios, y parte de la ciudad de Bogotá, con el tiempo puede empezar a escasear la disponibilidad. Por lo tanto, la conservación de tal recurso es un aspecto importante a tener en cuenta.
- .
- Aloe Vera: Este componente es extraído de la sábila, que puede tener fines alimenticios o medicinales. Principalmente, esta planta crece en sitios calientes y desérticos. La empresa BCGR, adquiere el aloe vera importado de plantaciones de países de oriente.

En estas plantaciones el impacto al ambiente radica en el cuidado de los suelos que se tenga, ya que, si no se hace de forma correcta, puede terminar de erosionar los suelos, dejándolos infértiles para el cultivo de esta plantación.

- Goma Xantana: Es un polisacárido producido por una bacteria, que se usa para darle espesor, aroma y mejor apariencia al producto. Se obtiene a partir de la fermentación de azúcar de maíz en laboratorios.

Al ser obtenida por materia orgánica, los impactos ambientales que puede causar son muy pocos, y radican en la disposición final que haga el laboratorio de los desechos producidos de la sustancia.

- Ácido cítrico: Se usa como conservante y antioxidante natural, para los alimentos además de sus propiedades saludables. Industrialmente se obtiene a partir de la fermentación de sacarosas y glucosas en laboratorios.

En la producción de este ingrediente, al ser producido por un proceso natural como es la fermentación, con elementos orgánicos, los desechos producidos tienen un impacto bajo en cuanto a su disposición.

- Ácido ascórbico: También llamado Vitamina C, se utiliza como antioxidante natural, se obtiene en laboratorios a partir de la fermentación de la glucosa. Su impacto ambiental es similar al del ácido cítrico

- Plástico PET: Es un polímero proveniente del etileno, el cual es un derivado del petróleo crudo. Después que el petróleo es destilado, se forman trozos sólidos de este, luego, estos trozos se calientan en un molde en el cual se le da forma de tubo de ensayo. Al pasar en las fábricas productoras de botellas, se colocan esos “tubos de ensayo” en moldes, donde mediante el calor y el soplado, adquieren la forma que se le desea dar a la botella, se esterilizan y se sacan al mercado. Se calcula que se necesita más de un litro de gasolina para el transporte terrestre de cada botella, y producir un litro de agua embotellada consume tres litros.

En esta fase de extracción de la materia prima, al destilar el petróleo, se liberan gases como metano, etano, butano, propano, etileno y propileno, los cuales van a la atmósfera contaminándola, siendo componentes tóxicos y generadores de efecto invernadero.

- Pulpa de fruta: De acuerdo a la fruta de la cual se quiera extraer el sabor, se hace un proceso de selección, clasificando la fruta buena, luego lavándola, después retirando cáscaras, semillas, etc., para luego extraer la pulpa de la fruta y ser almacenada. En este proceso se generan desechos orgánicos, provenientes de la misma fruta.

- Citrato de Sodio: El citrato de sodio es obtenido a partir de la fermentación de carbohidratos, de maíz, caña o remolacha. En la industria alimenticia se usa como antioxidante y preservante. Los desechos de la obtención de este elemento provienen de la materia orgánica de la materia base.

2. Proceso de Producción:

Después que las materias primas son extraídas, hay un proceso intermedio para pasar a la producción y es el transporte de estas, el cual se hace vía terrestre, liberando gases efecto invernadero, principalmente Dióxido de Carbono.

Cuando todas las materias primas están en la planta embotelladora, estas llegan en empaques o embalajes, que normalmente son plásticos o cajas de cartón, los cuales son separados y reciclados en su mayoría.

En todo el proceso se utiliza energía eléctrica, esta energía es obtenida por la red eléctrica de Chía, la cual se obtiene desde una planta hidroeléctrica, esta forma de obtener energía, es una de las energías renovables existentes, y en esta zona del país por su geografía y riqueza hídrica es más eficiente de obtener en comparación de obtenerla directamente de combustibles fósiles.

A lo largo del proceso de fabricación, se evidencias descargas de vapor de agua y uso de gas natural, gases que intervienen en el efecto invernadero. También se desechan botellas, etiquetas, plástico y tapas, producto de defectos de fabricación o errores en el proceso, los cuales también son reciclados en su mayoría. En cuanto a los vertimientos que se generan, se relacionan con la materia orgánica líquida que pudo haber sobrado del envase de la bebida, y esta va a parar al sistema de alcantarillado.

Los recursos más consumidos necesarios en la producción son el agua y la energía eléctrica, los cuales son desperdiciados o mal utilizados, por las ineficiencias que ocurren en distintos subprocesos, que al largo plazo y con el aumento de la producción, se incrementa el impacto que genera la producción de esta planta.

3. Distribución:

Al haber acabado todo el proceso productivo, las bebidas embotelladas pasan a los camiones, dónde son llevadas a los centros de venta o distribución del producto. Estos camiones se mueven a base de Diésel que es un combustible que en su combustión genera gases contaminantes y generadores de efecto invernadero como Dióxido de Carbono, Nitrógeno, vapor de agua, Monóxido de

Carbono, Dióxido de Azufre, Óxidos de Nitrógeno, Material Particulado, Hidrocarburos y derivados de este como Benceno, Tolueno, Benzopireno, entre otros compuestos aromáticos. Una de las características de la combustión de este combustible es que produce 20 veces más componentes que la combustión de la gasolina.

Por cada litro de diésel que entra a combustión, se producen 2.68 kg de dióxido de carbono. Los camiones son alimentados del combustible en galones como medida, cada galón contiene 3.78 Litros, y por cada galón un camión de estos puede recorrer entre 15 a 18 Km, de acuerdo a esta información, según los recorridos que se tengan que hacer para llevar los productos, se puede calcular cuántos Kg de CO₂ están aportando a la atmósfera.

4. Uso:

Al ser una bebida que el cliente prefiere fría, esta debe estar refrigerada, para lo cual se necesita energía eléctrica, además estos refrigerantes contienen una sustancia llamada HCFC o Hidroclorofluorocarbonados, que es un gas efecto invernadero.

Al ser un producto alimenticio, después que la bebida sea ingerida por una persona, desechará la botella plástica que generalmente va a la basura, desechando este elemento al ambiente.

5. Fin de vida o disposición final

El fin de vida del producto, después del consumo humano de la bebida, se focaliza en la disposición de la botella de plástico, que puede ser en el relleno sanitario o utilizada para reciclaje. Si estas botellas terminan en el relleno sanitario, este elemento puede tardar hasta 700 años en degradarse, y no hay bacterias que lo puedan degradar fácilmente, por lo tanto, su degradación depende de la radiación del sol, proceso que lo hace muy lento, al irse degradando los compuestos de la botella, van a parar al suelo dañando la composición de este (Pérez, 2009)

Ahora estas botellas también pueden ser recicladas, para que sus componentes puedan ser reutilizados en otros productos, la botella como tal no puede volver a ser usada para su función inicial, ya que por requerimientos higiénicos esto está prohibido. Este envase puede ser reutilizado mediante un proceso de derretimiento, y poder usar este plástico para elaborar productos como chaquetas, cobijas, etc.

Habiendo explicado todos los procesos del ciclo de vida de la bebida a base de Aloe se procede a elaborar la matriz mostrada en la Tabla 22:

Tabla 22. Matriz MED para la producción de bebidas a base de aloe vera

	MATERIALES	ENERGÍA	DESECHOS
MATERIA PRIMA	-Agua -Plástico -Aloe Vera -Goma Xantano -Fruta -Ácido cítrico -Ácido ascórbico -Citrato de Sodio	Combustibles y electricidad	-Agua -Plástico -Materia orgánica -Gases efecto invernadero
PRODUCCIÓN	-Agua embotellada -Bebidas a base de aloe vera -Bebidas saludables	Electricidad	-Agua -Plástico -Materia orgánica líquida
DISTRIBUCIÓN	-Transporte terrestre	Combustible	-Emisiones de CO ₂
USO	-Bebida para hidratar, o alimentar a las personas.		-Envase de plástico
FIN DE VIDA	-Bolsa plástica		-Vertimientos -Botella plástica

Fuente: El Autor, 2017.

- Análisis de enfoque en el ciclo de vida

Al observar toda la cadena productiva se pueden interpretar varios aspectos. El primero de ellos, es que la empresa al promover la comercialización de productos de tendencia “*Healthy Food*”, desde la extracción de la materia prima hasta su disposición final, los impactos que genera son bajos en comparación a los generados en la producción de otro tipo de bebidas, ya que en su mayoría se utiliza material orgánico, el cual se descompone rápidamente en la naturaleza volviendo a empezar su ciclo cada componente de estos.

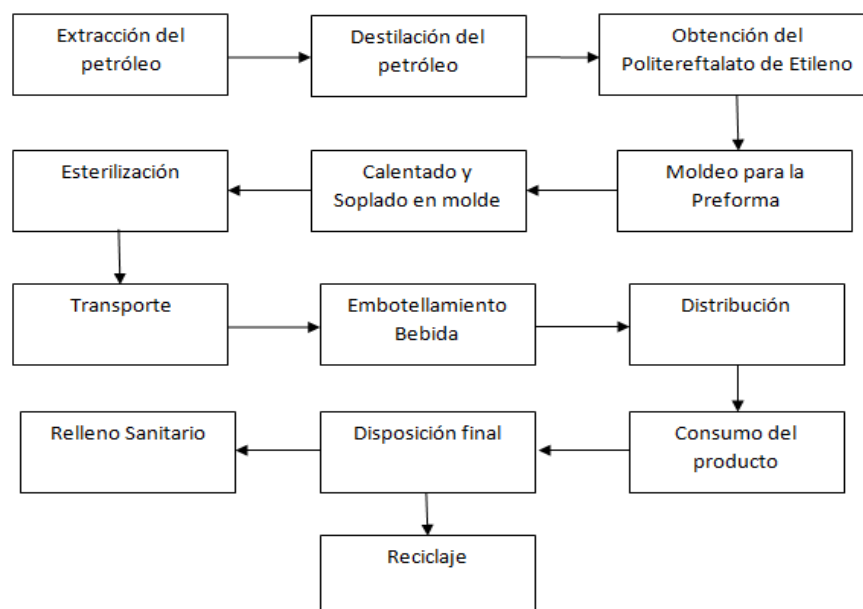
En otras palabras, la producción de la bebida como tal no genera mayores impactos, comparados con los generados por el envase, el cual al provenir del petróleo, genera en su ciclo productivo diferentes impactos. Ante esta situación, una alternativa es el cambio del envase del producto, por uno de vidrio o de otro material, pero es más costoso y por esta razón las empresas no lo harían.

El reciclaje del envase de plástico, resulta ser la manera más adecuada para tratar este residuo, y de esta manera disminuir el impacto que pueda generar en el ambiente. En cuanto al transporte del producto se puede observar, que se generan emisiones a la atmósfera por el tipo de combustible que se utiliza, es de aclarar que el uso del diésel se debe a que es más económico que la gasolina y es más adecuado para vehículos de carga, pero que a su vez es más contaminante que esta, creando un conflicto económico-ambiental.

CICLO DE VIDA BOTELLAS DE PLÁSTICO PET

En la Gráfica 17 se resumen las etapas del ciclo de vida de las botellas PET.

Gráfica 17. Ciclo de vida para botellas hechas de plástico PET



Fuente: El Autor, 2017.

Por último, hay que mencionar que como la mayoría de los procesos industriales, uno de los mayores gastos es de tipo energético, para lograr un desarrollo sostenible, en todos los eslabones de la cadena, se debería suministrar energías alternativas que cuiden al ambiente, pero para que esto ocurra, el principal problema es el costo que tiene la implementación de estos sistemas.

Según la Tabla 10, en la cual se mencionan las unidades mensuales producidas, el mes de noviembre que es tomado como un mes base según el contexto de la empresa, ya que en este mes se reflejan producciones fijas promedio, de allí se puede calcular que la cantidad total de unidades producidas, sin contar los envases de los botellones de agua y fue de 217.000, las cuales son distribuidas para el consumidor. Cada botella tiene un peso

promedio de 30 gramos. Ahora se hace un cálculo para saber la cantidad mensual fija en cuanto al peso de las botellas:

$$\text{Peso} = 217.000 \times 30\text{g} = 6.510.000\text{g}$$

$$6.510.000\text{g} \times \frac{1 \text{ Tonelada}}{1.000.000\text{g}} = 6,5 \text{ Ton/mes}$$

Mensualmente la empresa aporta 6,5 Toneladas mensuales de botellas al ambiente. Como se mencionó anteriormente la disposición final depende del consumidor, y si este no tiene el conocimiento o la cultura, de dirigir la botella para el reciclaje, esta terminará en el relleno sanitario. Las leyes gubernamentales también juegan un papel importante, para que mediante ellas se incentive y se apoye el reciclaje de botellas, obteniendo disminución de los residuos o impactos generados por estas, y beneficiando a las personas que las reutilicen ya que de esta manera pueden generar un ingreso.

Otra medida que se puede adoptar por parte de los productores de bebidas en envase plástico, es disminuir la cantidad de plástico utilizada para cada botella, esta estrategia ya ha sido utilizada por otras empresas como lo son Coca Cola, la cual disminuyó en un 43% el peso de su botella, consumiendo menos plástico.

6.2. FASE 2

➤ Definir alternativas de Producción más Limpia

Teniendo claros los procesos de la organización, los puntos críticos identificados, y demás criterios, ahora se procede a proponer estrategias que ayuden en la organización a disminuir el impacto al ambiente, que a su vez puedan generar un beneficio económico o competitivo, con lo cual estaríamos cumpliendo con el objetivo de mejorar el desempeño de esta empresa.

Algunas de las estrategias propuestas necesitarán inversión por parte de la gerencia, obteniendo un retorno de la inversión en un tiempo definido, otras propuestas serán de tipo “buenas prácticas” las cuales son formas de cambiar la forma de operar en algún proceso, y otras estrategias de tipo preventivo, evitando pérdidas a futuro para la empresa, manejando el concepto que en algunas ocasiones es mejor prevenir que corregir, ya que es más económico.

Para mayor entendimiento, las estrategias se dividirán según los aspectos ambientales involucrados en la Embotelladora.

6.2.1. Alternativas para Consumo de Agua

Como se ha podido observar en el desarrollo de este proyecto, el consumo del agua en la embotelladora es significativo, pero que, por su actividad comercial, es un insumo necesario para la producción de las bebidas. Por lo tanto, el objetivo de los programas será enfocado a optimizar el uso de este recurso, representando una reducción en el consumo de este, que a su vez disminuye y también genera un beneficio socio-ambiental.

El agua en esta embotelladora es utilizada para 5 propósitos:

- a) Uso Doméstico y limpieza del lugar
- b) Lavado de botellones y botellas
- c) Limpieza y mantenimiento de maquinaria
- d) Preparación de las bebidas
- e) Caldera

A continuación, se mostrarán las estrategias propuestas para optimizar los propósitos mencionados si es posible:

- **MEDIDA 1: INSTALACIÓN CONTADORES DE AGUA:**

En la planta se observó que sólo hay un contador de agua instalado por la empresa de acueducto, pero sólo con este no se puede diferenciar, cuánta agua se gasta en consumo doméstico, y cuánta en consumo industrial o de cada proceso.

Para optimizar el uso del agua, se debe tener un registro de control, para que al ser medible se pueda llevar un uso adecuado. Por esta razón la instalación de medidores de consumo de agua, es una alternativa práctica, ya que no funcionan con electricidad, sino con el movimiento del agua, evitando costos de uso. Estos medidores deben ser instalados en lugares estratégicos, que en el caso de la embotelladora sería en áreas donde hay consumo de agua: Área de consumo doméstico y área de producción para embotellado manual y automatizado.

Otro beneficio obtenido, es que la empresa se puede asegurar que está pagando lo justo por el consumo del agua y que al ser una organización que consume bastante agua, si no puede medir su consumo puede estar pagando más dinero del debido, sin darse cuenta, lo cual se traduce en pérdidas de dinero para la compañía.

Además, se tiene un control de posibles fugas de agua que puedan llegar a ocurrir, por averías en algún equipo o tubería. Como ya se tiene contabilizado cuanta cantidad de agua necesita cada proceso para la fabricación de las

bebidas, al comparar los medidores con la producción obtenida, se puede concluir si hay fugas de agua al notar que se está consumiendo más agua que la ingresada al proceso.

Adicionalmente, los operarios y personas que ingresen en la planta, podrán observar los medidores, ya que estarán en lugares visibles, y de esta forma tendrán más conciencia del gasto que realizan, fomentando de esta manera la cultura del ahorro de agua.

Se hicieron varias cotizaciones y se escogió la que ofrecía mayor calidad y economía, siendo la marca Aquasoft con sede en Medellín la que ofrecía estas cualidades, estas son las características de los contadores de agua y sus respectivos costos, de acuerdo a la actividad de la empresa y tamaño de la tubería. Los elementos para comprar son:

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| - 3 medidores de agua | - 16 Tornillos de Hierro |
| - 3 Bridas roscadas | - Certificado de calidad |

Los medidores de agua se distribuirán de tal manera que se puedan diferenciar el consumo de agua industrial y doméstica, y a su vez, se pueda diferenciar el consumo de agua para embotellado manual, de el de embotellado automatizado, serán ubicados en las respectivas tuberías, para su correcta medición. Se calcula que esta instalación requiere 4 horas de trabajo.

En la Tabla 23 se registran los costos para la implementación de esta alternativa, con una pequeña descripción, imagen de los elementos requeridos, costos unitarios y costos totales.

Tabla 23. Costos implementación contadores de agua

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	TOTAL
Medidor Aquasoft Pulse tipo velocidad 	Medidor de cuerpo de polímero sintético, transmisión mecánica, esfera humeda, ½ pulgada,	\$83.986,79	\$251.960,37
Brida roscado 	Brida en hierro fundido	\$53.912	\$161.736
Tornillos 	Tornillos en hierro 2"	\$3.372	\$53.960
Certificación 	Certificado de calibración individual y Sello individual para medidor de ½ pulgada expedido por un laboratorio certificado por la Superintendencia de Industria y Comercio	\$13.606	\$13.606
Mano de obra	Uno de los operarios encargados del mantenimiento está capacitado para la instalación	\$4.244/h	\$16.979
TOTAL			\$498.241

Fuente: El Autor

Esta medida es una inversión que se reflejará en el control de los procesos y reducción de las posibilidades de pérdidas de agua. No es una inversión en la cual se pueda definir un retorno de inversión claro. También hay que tener en cuenta que como la intención de la empresa es cambiar de instalaciones, la

implementación de estos contadores desde el principio será de gran ayuda para la organización.

- **MEDIDA 2: PLAN DE SEGUIMIENTO PARA EVITAR FUGAS DE AGUA Y REBALSES**

En trabajos anteriormente hechos sobre este tema en plantas embotelladoras, unos de los principales problemas que se encontraron, son fugas de agua, generación de vapor en las tuberías, daños en mangueras, válvulas, etc. Por lo tanto para evitar que se pierda agua, se debe implementar un plan de inspección a todo el sistema de abastecimiento de agua de la planta.

Para que haya un control de reducción de pérdidas óptimo, se debe tomar registro del consumo de agua a final de la jornada, y compararlo con el de la mañana del otro día al inicio de la jornada, con esto se puede identificar si en horas de la noche, o en horas de inactividad total, hubo consumo de agua, para que en llegado caso que lo haya, revisar en qué punto hay fugas de agua y solucionar el problema lo más pronto posible.

También al contabilizar la cantidad de unidades producidas de alguna bebida, el consumo de agua en el proceso de lavado, y el consumo de agua para prepararla, debe coincidir con la cantidad que marcará el medidor de agua en consumo industrial.

Esta medida se resume en una buena práctica de tipo preventiva por parte del operador designado, después que estén instalados los contabilizadores de agua, y sólo requiere de unos minutos para su verificación, de esta manera evitarán gastos de agua innecesarios y estará más optimizado el consumo del recurso.

- **MEDIDA 3: CAPACITACIÓN AL PERSONAL SOBRE USO RACIONAL DE AGUA**

Al ser una empresa con poco personal, cada uno tiene asignado unas funciones, que no están todo el tiempo supervisadas, por lo tanto el personal debe ser consciente que la manera en que ellos realizan los procedimientos, puede afectar el consumo del recurso, lo cual se traduce en impactos tanto sociales, como ambientales y económicos. Por lo tanto corregir malas prácticas que se tengan al operar, es una estrategia preventiva que ayudará a optimizar el consumo del recurso.

En esta capacitación se incluyen temas como:

- Prácticas eficientes de uso de agua

- Respeto de tiempos establecidos para los procesos que impliquen consumo del recurso hídrico.
- Abrir los grifos en los momentos que sea estrictamente necesario.

Esta capacitación debe incluir por parte del personal de la embotelladora, la firma de un compromiso ante tal situación, acordando penalizaciones para las personas que incurran en una falta de lo enseñado. Estas penalizaciones deben ser impartidas y propuestas por el gerente de la embotelladora, en el cual, bajo su propio criterio, puede empezar por penalizaciones de tipo pedagógico, y para las personas que repitan su falla, penalizaciones de tipo económico.

También es importante compartir con el personal los resultados obtenidos mensualmente en cuanto al ahorro del agua que hubo, adquiriendo de esta manera una cultura en la organización de contribuir por parte de todos en el ahorro del agua.

- MEDIDA 4: REGULAR EL GASTO DE AGUA EN EL LAVADO DE BOTELLONES DEL EMBOTELLAMIENTO MANUAL (PROCESO 1.3)

Como se pudo observar, este es uno de los puntos críticos observados en la organización. Teniendo claro los costos que genera el gasto innecesario de agua, se procede a proponer una estrategia para regular el consumo de agua en esta parte del proceso, y no realizarlo a llave abierta como era la práctica que se estaba realizando.

Se hizo una prueba en la embotelladora para encontrar la cantidad óptima de agua a utilizar en el proceso y se llegó a la siguiente conclusión:

- Realizar un prelavado del botellón con 2 litros de agua
- Preparar la solución con soda caustica y ácido peracético en 2 litros de agua
- Utilizar 3 litros de agua para el lavado

En un recipiente medidor se pueden establecer estas cantidades y de esa manera regular el consumo de agua, en total se utilizaría 7 litros de agua.

Realizando el proceso como se llevaba a cabo se utilizaban en promedio 12,06 Litros de agua por botellón. Se calcula el ahorro de agua y de dinero implementando esta nueva práctica

Promedio de producción mensual = 457,14 botellones

Ahorro en costos:

Ahorro de agua por botellón = 12,06 L – 7 L = 5,06 L

Costo por botellón con esta alternativa = 7 L x \$3,66 = \$25,62

Costo por botellón anterior práctica = 12,06 L x \$3,66 = \$44,14

Ahorro por botellón = \$44,14 - \$25,62 = \$18,51

Ahorro mensual = 457,14 botellones x \$18,51 = \$8.461,66

Ahorro anual = \$8.461,66 x 12 meses = \$101.539,9

$$\% \text{ de ahorro} = \frac{18,51 \times 100}{44,14} = 41,95\%$$

Ahorro en volumen de agua:

$$\% \text{ de ahorro} = \frac{5,06 \times 100}{12,06} = 41,95\%$$

Ahorro mensual = 457,14 botellones x 5,06 L = 2.313,12 Litros

Ahorro anual = 2.313,12 L x 12 meses = 27.757,54 Litros

El factor tiempo es otro aspecto a tener en cuenta ya que el costo de mano de obra también influye, sin embargo, al hacer las pruebas de esta nueva estrategia, los tiempos con respecto a la anterior forma de operar eran muy parecidos, por lo tanto, no se notaría un ahorro de tiempo significativo, por eso no se tuvo en cuenta, sino sólo el ahorro de dinero por costo del agua.

- **MEDIDA 5: CONTROL EN EL RINSE PARA EL LAVADO DE BOTELLAS**

En una de las visitas que se hicieron en la planta, estaban en un momento de producción de agua Montecarlo, y había un operario nuevo, el cual estaba siendo instruido para llevar a cabo las tareas, se observó que cuando al inicio del proceso del embotellamiento automatizado no se colocan las botellas necesarias, llevando el orden correcto y los tiempos adecuados, la máquina sigue funcionando y los espacios que quedan sin botellas de todas maneras entran al rinse, y este suelta la cantidad de agua necesaria para el lavado de esta que son 50 mL, por lo tanto es necesario que en el principio del proceso exista una buena forma de operar para evitar estas pérdidas, ya que esta agua va a parar al sifón desperdiciándose.

En los costos de ineficiencia, se pudo determinar las pérdidas que genera esta “mala” práctica, que representa pérdidas económicas para la empresa. Por lo tanto, se proponen dos medidas para este proceso:

- Contar con un operario que realice con rapidez y destreza la ubicación de las botellas en las bandas, para que no queden espacios vacíos en el rinse.
- Dentro del mantenimiento del rinse, verificar que los chisguetes, que son los encargados de dirigir el agua hacia las botellas, estén correctamente alineados, para evitar pérdidas de agua en el proceso.

Como se puede observar, estas medidas son de buenas prácticas, pero que con un control riguroso, se pueden evitar pérdidas de agua en cada una de las producciones hechas en la planta.

- **MEDIDA 6: RECIRCULACIÓN DE AGUA DESECHADA EN PROCESOS DE LAVADO**

Según como se describió en los procesos, se desecha agua en el lavado de botellones, lavado en rinse, mantenimiento o limpieza de máquinas y limpieza de pisos o aseo del lugar. Todo el volumen de agua que sale de estos procesos es dirigido al sistema de alcantarillado.

La estrategia que se propone, consta en que en el momento en que la empresa cambie las instalaciones de la planta a un lugar con mayor capacidad, en su instalación o adecuación, se adopte un sistema para recircular el agua desechada en lavado en rinse y prelavado de botellones, para que sea reutilizada para el mantenimiento o limpieza de máquinas, sanitarios y lavado de pisos o aseo del lugar.

Este sistema consiste en redirigir esta agua hacia un sifón, que pasa a una tubería, para luego ser impulsada por una bomba a un tanque de almacenamiento, para luego ser distribuida. No se recirculará el agua que sale del lavado de botellones con mezcla de soda caustica y ácido peracético, ni la del mantenimiento o limpieza de máquinas, ni tampoco el agua utilizada en lavado de pisos e instalaciones, ya que esta agua sale con químicos fuertes, grasas u otros elementos que en el filtro existente no serán eficientemente eliminados, y al tratarse de manejo de alimentos, por cuestiones de calidad, no se debe realizar esta práctica.

Para evitar que el agua que sea producto de estos procesos o de otras operaciones que se hagan en la planta ingresen al sistema de recirculación, se tendrá un sifón exclusivo para este sistema, el cual será tapado cuando no se estén realizando los procesos de los cuales se recirculará el agua, y el agua restante irá dirigida al sifón general de la planta que conecta con el sistema de alcantarillado.

De esta manera la planta disminuiría gastos por consumo de agua, además de disminuir el uso de este recurso, siendo una inversión de costo-beneficio para la planta con beneficios ambientales. En resumen, para esta estrategia, se necesita una inversión inicial, y un costo mensual fijo por consumo de electricidad de la bomba, el cual es menor que el consumo de agua, generando un retorno de inversión con el tiempo.

Ahora, se muestran los cálculos de los volúmenes de agua recirculada y los respectivos beneficios económicos. Estos cálculos se harán en base a la producción fija mensual que tiene la empresa en cuanto al embotellamiento automatizado, con las empresas Montecarlo y Cané descritas en la Tabla 11, ya que las producciones de las demás empresas son variadas, y no se puede tener un promedio claro. Para el cálculo del volumen, de prelavado en botellones, se tomará el promedio de las producciones mensuales descritas en la Tabla 10, y se asumirá que la empresa adoptará la medida 4, en la cual se describe que se deben utilizar 2 Litros de agua para el prelavado.

Según la Tabla 10, la producción mensual de Montecarlo y Cané es de 140.000 unidades y 60.000 unidades respectivamente, lo que en total serían 200.000 unidades. Pero hay que tener en cuenta que en los ecobalances se mostró que por cada 2000 unidades de botellas producidas, 100 botellas no eran utilizadas en promedio, y como estas botellas pasan por el rinse, también cuentan como consumo de agua, por lo tanto se calculará el total de botellas que pasarán por el rinse para la producción fija mensual, para también relacionarlo con el volumen de agua consumido como se muestra en la Tabla 24:

2000 unidades producidas -----> 2100 botellas

200.000 unidades producidas -----> X

$$X = \frac{200.000 \times 2100}{2000} = 210.000 \text{ botellas}$$

Tabla 24. Volumen total de agua a recircular

Proceso	Agua (L/Un.)	Unidades	Total (L)
Botella en rinse	0,05	210.000	10.500
Prelavado botellón	2	457	914
TOTAL			11.414

Fuente: El Autor, 2017.

Ahora se calculará el volumen de agua necesario para los procesos mencionados a los cuales irá redirigida el agua. En la Gráfica 18 se observa las entradas y salidas de los procesos que intervienen en el sistema de recirculación con sus respectivas cantidades:

Para mantenimiento o limpieza de maquinaria = 2.000 L/mes

Para limpieza de pisos = 1000 Litros/mes

Cálculo de volumen necesario para sanitarios:

Litros por descarga: 4.8

Cantidad de personas fijas en la planta al día: 5

Uso del sanitario por persona diario aproximado: 2

Volumen diario = 4,8 L/desc. x 5 personas x 2 desc. /persona = 48 Litros

Volumen mensual = 48 L/día x 26 días trabajados al mes = 1.248 Litros

Ahora calculamos el volumen total de agua a reutilizar:

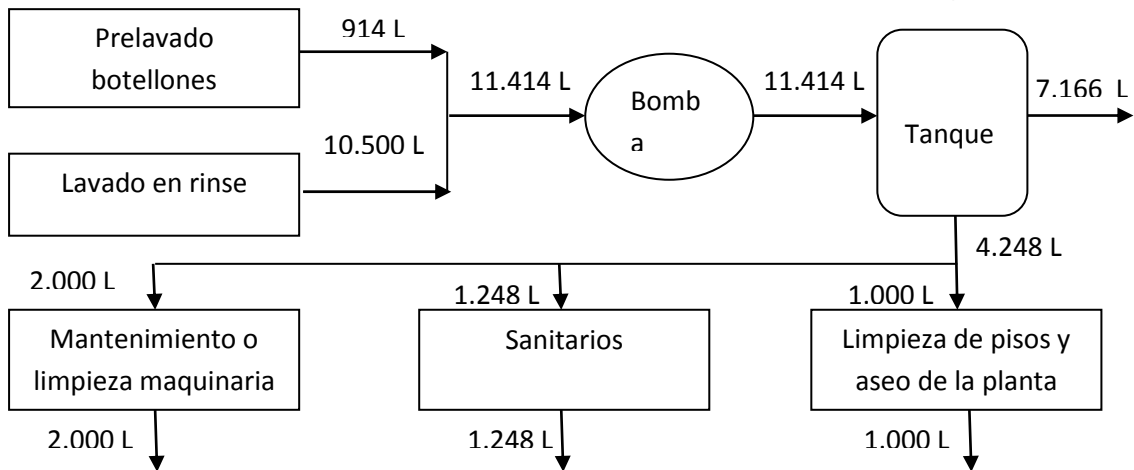
Volumen total = 2.000 L/mes + 1000 L/mes + 1.248 L/mes = 4.248 L/mes

Volumen de agua ahorrada al año = 4.248 L/mes x 12 meses = 50.976 L

Volumen de agua sobrante al mes = 11.414 L – 4.248 L = 7.166 L

Esta agua sobrante irá dirigida como vertimiento al sistema de alcantarillado.

Gráfica 18. Diagrama de sistema de recirculación de agua



Fuente: El Autor, 2017.

Al recircular el agua para los tres procesos descritos, hay un ahorro del 100% de volumen y costos en ellos

Ahora se procede a calcular el ahorro en los costos por consumo de agua:

$$\text{Costo Litro de agua} = \frac{\$3.660,07}{1000} = \$3,66$$

Ahorro en costos para mantenimiento o limpieza de maquinaria:

$$\text{Ahorro mensual} = 2.000 \text{ L/mes} \times \$3,66/\text{L} = \$7.320$$

$$\text{Ahorro anual} = \$7.320/\text{mes} \times 12 \text{ meses} = \$87.840$$

Ahorro en costos para lavado de pisos o limpieza del lugar:

$$\text{Ahorro mensual} = 1000 \text{ L/mes} \times \$3,66/\text{L} = \$3.660$$

$$\text{Ahorro anual} = \$3.660 \times 12 = \$43.920$$

Ahorro en costos de agua utilizada para sanitarios:




$$\text{Ahorro mensual} = 1.248 \text{ L} \times \$3,66 = \$4.567,68$$

$$\text{Ahorro anual} = \$4.567,68 \times 12 \text{ meses} = \$54.812,16$$

$$\text{Ahorro anual total} = \$87.840 + \$43.920 + \$54.812,16 = \$186.572,16$$

Se reduce en un 100% el costo y el consumo de agua para los procesos mencionados. Por último, en la Tabla 25 se muestran los costos para implementar el sistema y luego se calcula el retorno de inversión para esta estrategia:

Tabla 25. Costo para implementación de recirculación de agua

ELEMENTO	COSTO	IMÁGEN
Tanque de 1000 Litros Negro Eternit	\$253.900	
Tubo de Presión ¾" x 6 metros	\$16.990	
Bomba agua 370 watts 28L/Min+Multitoma P/T 6Sal Karson	\$79.800	
TOTAL	\$350.690	

Fuente: El Autor, 2017.

El valor base para implementar el sistema de reutilización de agua, según la cotización hecha en un proveedor de confianza del gerente es de \$350.690. Al no conocerse el lugar en el cual se va a instalar el sistema, los costos adicionales serían de mano de obra, y de extensiones o uniones de los tubos.

La bomba funciona a 370 Watts:

$$\text{kWh} = \frac{370 \text{ watts}}{1000} = 0,37 \text{ kWh}$$

$$\text{Costo por hora de funcionamiento} = \$454,07 \times 0,37 \text{ kWh} = \$168 \text{ kWh}$$

La bomba transporta 28 Litros de agua por minuto, y con esta información se calcula la cantidad de agua transportada por hora de trabajo de la bomba.

$$28 \frac{\text{L}}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{hora}} = 1.680 \frac{\text{L}}{\text{hora}}$$

Ahora se establece la relación costo por hora con el volumen de agua por hora, para calcular el costo que tendría circular 1000 Litros de agua comparando con el costo de consumir 1000 Litros de agua:

$$1.680 \text{ L/hora} \text{ -----} > \$168 \text{ kWh}$$

$$1.000 \text{ L/hora} \text{ -----} > \$ 100$$

$$\text{\$X} = \frac{1000 \times 249}{1.680} = \$100$$

$$\text{Ahorro en costos} = \text{Costo por 1000 L de agua} - \text{Costo de recircular 1000 L}$$

$$\text{Ahorro en costos} = \$3.660,07 - \$100 = \$3.560,07$$

$$\text{Porcentaje de ahorro por cada 1000 L} = \frac{3.560,07 \times 100}{3.660,07} = 97,26\%$$

Mediante una regla de tres, se calcula el costo de recircular el agua mensualmente:

$$1.000 \text{ L} \text{ -----} > \$100$$

$$4.248 \text{ L} \text{ -----} > \$X$$

$$X = \frac{4.248 \times 100}{1000} = \$424,8$$

$$\text{Costo anual de recircular agua} = \$424,8/\text{mes} \times 12 \text{ meses} = \$5.097,6$$

$$\text{Costo anual sin recircular agua} = \$186.572,16$$

Ahorro anual = \$186.572,16 - \$5.097,6 = \$181.474,56

$$ROI = \frac{\$350.690}{\$181.474,56} = 1,93 \text{ años}$$

6.2.2. Alternativas para Vertimientos

- MEDIDA 1: USO DE HIDROLAVADORA PARA LIMPIEZA DE PISOS CON PREVIA LIMPIEZA EN SECO

En las instalaciones de la planta embotelladora, se lavan los pisos cada dos días, el gerente, no tiene el dato exacto de cuanto se gasta en agua por cada limpieza, pero tiene un cálculo promedio de 1.000 L mensuales, a partir de esta información calcularemos los beneficios de la estrategia propuesta.

Se propone como alternativa para mejorar el aspecto de vertimientos en la planta, primero realizar una limpieza en seco para retirar todos los sólidos que haya en el piso, evitando así que se descarguen en el sistema de alcantarillado, aumentando la carga orgánica e inorgánica, afectando el cuerpo de agua al cual vaya dirigido este vertimiento. Después de realizada la limpieza en seco, se realiza un lavado de pisos con agua mediante una hidrolavadora, ya que con esta se reduce en gran porcentaje el gasto de agua, cumpliendo el objetivo de realizar una correcta limpieza, reduciendo el consumo de agua.

En el mercado se cotizó una hidrolavadora adecuada para los oficios de la planta, y a continuación se muestran las características más relevantes:

Flujo: 5 Litros/minuto

Potencia: 1,5 kilowatts

Presión: 1500 PSI

Precio: \$230.000

Según datos del proveedor, esta hidrolavadora puede ahorrar un 80% del consumo de agua, representando para la empresa, una disminución en el pago del servicio público, obteniendo a futuro un retorno de la inversión y optimización de sus procesos. Suponiendo que el sistema de recirculación de agua ha sido implementado en la planta, no existiría costo por consumo de agua, sino sólo existiría el costo de electricidad para el funcionamiento de la hidrolavadora. A continuación, se muestran los cálculos de los beneficios obtenidos con esta alternativa:

Costo Litro de agua: \$3,66

Costo de 100 Litros de agua: \$366

$$\% \text{ Ahorro de agua} = 80\%$$

$$\text{Consumo de agua} = 100 \text{ Litros} \times (100\% - 80\%) = 20 \text{ Litros}$$

$$\text{Costo} = 20 \text{ Litros} \times \$3,66/\text{L} = \$73,22$$

Ahora, se calculará la cantidad de minutos que necesita la hidrolavadora para dirigir 20 Litros de agua:

$$\text{Tiempo} = \frac{20 \text{ Litros}}{5 \text{ Litros/min}} = 4 \text{ minutos}$$

Se calcula el costo que tiene el funcionamiento de la máquina por cada 20 Litros utilizados:

$$\text{Costo kWh} = \$454,07$$

$$\text{Costo kWmin} = \frac{\$454,07 \text{ kW/h}}{60 \text{ min/h}} = 7,57 \text{ kWmin}$$

$$\text{Costo} = \$7,57 \text{ kWmin} \times 1,5 \text{ kW} \times 4 \text{ min} = \$45,42$$

$$\text{Costo para utilizar 200 Litros} = \$45,42 \times 10 = \$454,2$$

Luego, se calcula el ahorro de costos obtenido:

$$\text{Ahorro mensual} = \text{Costo de 1000 L de agua} - \text{Costo de 200 L de agua con hidrolavadora}$$

$$\text{Ahorro mensual} = \$3.660 - \$454,2 = \$3.205,8$$

$$\text{Ahorro anual} = \$3.205,8 \times 12 \text{ meses} = \$38.469,6$$

$$\% \text{ Ahorro} = \frac{\$3205,8 \times 100}{\$3.660} = 87,59\%$$

Con estos cálculos podemos concluir, que la pasaría de pagar \$3.660 mensuales a pagar \$454,2 que es lo que cuesta prender la hidrolavadora para utilizar 200 Litros de agua.

$$\text{Ahorro mensual de agua} = 1.000 \text{ L} \times 80\% = 800 \text{ L}$$

$$\text{Ahorro anual de agua} = 800 \text{ L} \times 12 \text{ meses} = 9.600 \text{ L}$$

$$\text{ROI} = \frac{\text{Costo de la máquina}}{\text{Ahorro anual}} = \frac{\$230.000}{\$38.469,6} = 5,97 \text{ años}$$

Sin embargo, se aclara que la empresa al cambiarse de instalaciones a unas más grandes, utilizará más agua para la limpieza de pisos y aseo del lugar, además poderle encontrar otros usos al agua recirculada, como puede ser uso

del agua para jardines, lavado de carros u otros y de esta forma el retorno de inversión será más rápido.

Es de aclarar que después de la implementación de estas estrategias, la parte legal por parte del concepto manejado de la empresa EMSERCHÍA, que es la encargada del manejo del acueducto y alcantarillado para la planta, debe tenerse en cuenta para no tener futuros inconvenientes por el manejo hídrico.

Con la asesoría de una funcionaria de EMSERCHÍA, se aclaró que esta empresa no necesita de una visita, autorización o requerimiento especial institucional para revisar el funcionamiento interno de las estrategias implementadas, ya que al reducir el consumo de agua con recirculación interna o con buenas prácticas y no reutilizar aguas externas, no afecta la medición para el cobro de acueducto y alcantarillado. La planta debe acogerse al régimen tarifario según su consumo, que, por lo marcado en los últimos meses, su clasificación entra como servicio de acueducto y alcantarillado comercial rural de consumos mayores a 61 m³, debiendo contribuir con una tarifa adicional del 50% en base al cargo fijo, consumo básico y vertimiento básico.

6.2.3. Alternativas para Consumo de Energía Eléctrica

Esta empresa al haber hecho una inversión alta en maquinaria para que sus procesos sean automatizados, para aumentar la capacidad de producción, esta requiere de consumo de energía, el cual es inherente a las actividades realizadas. Por lo tanto, la empresa debe tener algunas estrategias para disminuir el consumo de electricidad y a su vez ahorrar costos.

Una opción sería cambiar máquinas, por otras más actuales, que tengan una eficiencia mayor, en cuanto a la relación capacidad de producción con consumo de energía, pero esto requeriría una inversión alta, y de acuerdo al contexto de esta empresa, no sería viable en el corto o mediano plazo. Es de aclarar, que estrategias se pueden encontrar varias, pero todas deben estar encaminadas al contexto de la organización.

Consumo Doméstico:

- MEDIDA 1: APAGAR LA LUZ EN MOMENTOS Y LUGARES QUE NO SEA NECESARIO SU USO

Como se observó en el diagnóstico general de las instalaciones físicas de la embotelladora, hay varias áreas que cuentan con iluminación natural, como es el caso de los baños, bodega y oficina. Sin embargo, en las visitas que se

hicieron al lugar se pudo observar que en el área de oficina, la luz estuvo prendida todo el tiempo, y esta área está suficientemente iluminada por la luz natural por lo tanto es un desperdicio el consumo de esta energía.

La jornada laboral es de 8 horas, y la luz permanece prendida todo este tiempo según información brindada por el gerente y operarios del lugar. Por las actividades llevadas a cabo allí el consumo de luz se puede disminuir a dos horas en promedio, para lo que es la hora de almuerzo y oficios varios que requieren iluminación en la zona de cocina, por lo tanto se calcula el ahorro que tendría la empresa si disminuye el consumo diario de 8 horas a 2 horas:

Las bombillas que hay en la oficina y en la zona de cocina son lámparas halógenas de 54 watts cada una. Se calcula el costo que tiene cada una de estas por hora que están prendida

$$\text{Costo por cada kWh} = \$454,07$$

$$\text{kWh por cada lámpara} = 54 \text{ watts}/1000 = 0,054 \text{ kWh}$$

$$\text{Costo por hora} = \$454,07 \times 0,054 \text{ kWh} = \$24,52/\text{hora}$$

Cada lámpara cuesta tenerla prendida \$24,52 por hora, ahora se calcula el costo que tiene mantener prendidas estas bombillas seis horas diarias las cuales son consideradas innecesarias:

$$\$24,52/\text{hora} \times 6 \text{ horas} = \$147,11$$

$$\text{Para las 2 bombillas} = \$147,11 \times 2 = \$294,23$$

$$\text{Costo por semana} = \$294,23 \times 6 \text{ días} = \$1.765,42$$

$$\text{Costo por mes} = \$294,23 \times 26 \text{ días} = \$7.649,98$$

$$\text{Costo por año} = \$294,23 \times 365 \text{ días} = \$107.393,93$$

Ahora se calcula el porcentaje de ahorro de costos en el año:

$$\text{Costo por 8 horas de uso} = \$24,52 \times 8 \text{ horas} = \$ 196,16$$

$$\text{Para las 2 bombillas} = \$196,16 \times 2 = \$392,32$$

$$\text{Costo mensual} = \$392,32 \times 26 \text{ días} = \$10.200,32$$

$$\text{Costo anual} = \$10.200,32 \times 12 \text{ meses} = \$122.403,84$$

$$\text{Porcentaje de ahorro} = \frac{107.393,93 \times 100}{122.403,84} = 87,73\%$$

$$\text{Ahorro anual en costos} = \$107.393,93$$

Ahorro en consumo energético:

Consumo diario= 0,054kWh/bombilla x 2 bombillas x 8 horas/día = 0,864 kWh

Consumo 6 horas = 0,054 kWh/bombilla x 2 bombillas x 6 horas/día = 0,648 kWh

$$\text{Porcentaje de ahorro} = \frac{0,648 \times 100}{0,864} = 75\%$$

Ahorro mensual = 0,648 kWh x 26 días = 16,84 kWh

Ahorro anual = 16,84 kWh x 12 meses = 202,17 kWh

Consumo diario con bombillas nuevas = 0.054 kWh x 2 horas/día = 0,108

Consumo mensual = 0,108 kWh x 26 días = 2,8 kWh

Es válido aclarar, que otra estrategia para controlar este consumo de energía, sería instalar sensores que, al detectar movimiento, enciendan la luz, de esta manera sólo estaría prendida, en momentos necesarios. Sin embargo, por el contexto de la empresa, y su intención de cambiar de instalaciones, en estos momentos no sería una estrategia para implementar inmediatamente. Además, el establecer un indicador para esta medida radica en el registro y control del consumo doméstico de energía eléctrica.

- **MEDIDA 2: CAMBIO DE BOMBILLA EN EL LABORATORIO**

En el laboratorio se observó que se utiliza una bombilla incandescente de 100 watts, la cual puede ser cambiada por un tipo de bombilla tipo CFL especializada en ahorrar luz que consume 50 watts, obteniendo el mismo servicio y con una durabilidad superior a las demás. Aunque su cambio no sea muy significativo para la empresa ya que el ahorro en cuanto a costos es pequeño al no ser una zona de uso permanente, puede ser parte de las buenas prácticas de las instalaciones del lugar que es usar elementos que ayuden a la reducción de consumos o usos de recursos naturales, además que sean tenidas en cuenta ante el cambio de instalaciones que tiene proyectado, según el ingeniero químico, que es la persona que más utiliza esta área de la planta, tiene un promedio de 6 horas semanales de presencia allí

Costo de la bombilla tipo CFL = \$35.000

$$\text{Costo por hora de bombilla de 100 watts} = \frac{100 \text{ watts}}{1000} \times \$454,07 = \$45,07 \text{ kWh}$$

$$\text{Costo por hora de bombilla de 50 watts} = \frac{50 \text{ watts}}{1000} \times \$454,07 = \$22,7 \text{ kWh}$$

$$\text{Ahorro en costos} = \frac{22,7 \times 100}{45,07} = 50\%$$

$$\text{Ahorro mensual} = \$45,07 \text{ kWh} \times 6 \text{ horas/semana} \times 4 \text{ semanas} \times 0,5$$

$$\text{Ahorro mensual} = \$540,84$$

$$\text{Ahorro anual} = \$540,84 \times 12 \text{ meses} = \$6.490,08$$

$$\text{ROI} = \frac{\$35.000}{\$6.490,08/\text{año}} = 5,39 \text{ años}$$

$$\text{Ahorro de energía anual} = 0,05 \text{ kWh} \times 6 \text{ h /semana} \times 4 \text{ semanas} \times 12 \text{ meses}$$

$$\text{Ahorro de energía anual} = 14,4 \text{ kWh}$$

$$\text{Porcentaje ahorro de energía} = \frac{50 \times 100}{100} = 50\%$$

Se aclara que en algunas ocasiones el laboratorio puede usarse durante más tiempo, debido a las actividades existentes, por lo tanto, también se calcula cuántas horas son necesarias para el retorno de inversión:

$$\text{ROI} = \frac{\$35.000}{\$22,7/h} = 1.564,6 \text{ horas}$$

Consumo Industrial

- MEDIDA 3: OPTIMIZAR PROCESO DE PRODUCCIÓN AUTOMATIZADA

Básicamente esta es una medida de buenas prácticas, en la cual, para disminuir el consumo de electricidad, los operarios deben dejar lista toda la materia prima antes de prender las máquinas y realizar el proceso de verificación más rápido, las estrategias propuestas son:

- Primero se requiere que el tiempo inicial de verificación de funcionamiento de las máquinas disminuya a 10 minutos como se mencionó en los costos de ineficiencia.

- Completo compromiso y responsabilidad de los operarios para que en el momento de la producción, no queden espacios vacíos en el rinse.

De esta manera se disminuirá el tiempo de uso de las máquinas. Se calcula el porcentaje de ahorro que tiene la empresa por producción iniciada en cuanto a consumo eléctrico, teniendo como base que según el gerente por cada semana se prende la maquinaria 4 días:

Según la Tabla 16, el costo de sostener la maquinaria prendida por minuto es de \$98,94.

Ahorro en costos:

Costo maquinaria prendida 15 minutos = \$98,94 x 15 min = \$1.484,1

Costo maquinaria prendida 10 minutos = \$98,94 x 10 min = \$989,4

Ahorro por cada prendida de las máquinas = \$1.484,1 - \$989,4 = \$494,7

$$\text{Porcentaje de ahorro} = \frac{494,7 \times 100}{1484,1} = 33,33\%$$

Ahorro semanal = \$494,7 x 4 días = \$1.978,8

Ahorro mensual = \$1.978,8 x 4 semanas = \$7.915,2

Ahorro anual = \$7.915,2 x 12 meses = \$94.982,4

Ahorro en energía eléctrica:

$$\text{Ahorro por cada prendida de máquinas} = \frac{13,09 \text{ kW} \times 5 \text{ min}}{60 \text{ min}} = 1,09 \text{ kWh}$$

$$\text{Consumo por minuto} = \frac{13,09 \text{ kW} \times 1 \text{ min}}{60 \text{ min}} = 0,21 \text{ kWh}$$

$$\text{Consumo de 10 min} = \frac{13,09 \text{ kW} \times 10 \text{ min}}{60 \text{ min}} = 2,18 \text{ kWh}$$

Consumo mensual = 2,18 kWh x 4 días x 4 semanas = 34,9 kWh

Ahorro semanal = 1,09 kWh x 4 días = 4,36 kWh

Ahorro mensual = 4,36 kWh x 4 semanas = 17,45 kWh

Ahorro anual = 17,45 kWh x 12 meses = 209,44 kWh

$$\text{Consumo de electricidad con anterior práctica} = \frac{13,09 \text{ kWh} \times 15 \text{ min}}{60 \text{ min}} = 3,27 \text{ kWh}$$

$$\text{Porcentaje de ahorro} = \frac{1,09 \text{ kW} \times 100}{3,27 \text{ kW}} = 33,33\%$$

- MEDIDA 4: CONTABILIZAR EL TIEMPO POR PRODUCCIÓN

Cómo última medida para el control del consumo energético, al inicio de cada producción se debe anotar la hora de comienzo y la hora de finalización apenas se apaguen las máquinas, para que de acuerdo a este dato se pueda saber el consumo de energía que se tuvo en kWh, para luego ser comparado con lo que se está pagando en el recibo de la luz.

Esta medida también sirve para diferenciar los consumos industriales de los consumos domésticos, y así contribuir con el proceso de mejora continua. Así como se propuso en el control del uso del agua, aquí también se debe hacer lo mismo, ya que al llevar un control del consumo energético se pueden encontrar a futuro problemas, en el momento en que los datos obtenidos no concuerden con los promedios anteriores, y se pueda detectar que alguna máquina está fallando y está consumiendo más de lo debido, evitando pérdidas de dinero por consumo y por fallas de las máquinas a futuro.

En la Tabla 26 se resumen todas las estrategias propuestas, con su respectiva inversión, retorno de inversión, ahorro anual en cuanto a volumen y costos, y porcentaje de beneficio:

Tabla 26. Resumen estrategias de Producción Más Limpia propuestas

ASPECTO AMBIENTAL	MEDIDA	INVERSIÓN	ROI	AHORRO ANUAL	PORCENTAJE DE BENEFICIO
Consumo de agua	Instalación contadores de agua	\$498.241	-	-	-
				-	-
	Plan de seguimiento para evitar fugas de agua y rebalses	0	0	-	-
				-	-
	Capacitación al personal sobre uso racional del agua	0	0	-	-
				-	-
	Regular el gasto de agua en el lavado de botellones del embotellamiento manual	0	0	\$101.539,9	41,95%
				27.757,54 L	41,95%
	Control en el rinse para el lavado de botellas	0	0	-	-
				-	-
Vertimientos	Recirculación de agua desechada en procesos de lavado	\$350.690	1,93 años	\$186.572,16	100%
				50.976 L	100%
	TOTAL	\$848.931		\$288.112,06	
				78.733,54 L	
	Uso de hidrolavadora para limpieza de pisos con previa limpieza en seco	\$230.000	5,97 años	\$38.469,6	87,59%
				9.600 L	80%
	TOTAL	\$230.000		\$38.469,6	
				9.600 L	
Consumo energía eléctrica	Apagar la luz en momentos y lugares que no sea necesario su uso	0	0	\$107.393,93	87,73%
				202,17 kWh	75%
	Cambio de bombilla en el laboratorio	\$35.000	5,39 años	\$6.490,08	50%
				28,8 kWh	50%
	Optimizar proceso de producción automatizada	0	0	\$94.982,4	33,33%
				209,44 kWh	33,33%
	Contabilizar el tiempo por producción	0	0	-	-
				-	-
	TOTAL	\$35.000		\$208.866,41	
				440,51 Kwh	
TOTAL	11	\$1.113.931		\$535.448,07	

Fuente: El Autor, 2017.

Según la información que nos da esta tabla, podemos calcular el retorno de inversión según los beneficios anuales de costos, en comparación con el costo total de las inversiones a realizar:

$$ROI = \frac{\$1.113.931}{\$535.448,07/\text{año}} = 2,08 \text{ años}$$

6.3.FASE 3

➤ Plan de Seguimiento

El último paso según la metodología seleccionada, es realizar un plan de seguimiento en el cual se resume toda la información clave recolectada durante el proyecto, para organizarla de tal manera que la gerencia pueda llevar un correcto control y así verificar los beneficios obtenidos con las alternativas propuestas. También este plan es de suma importancia para la mejora continua del control de calidad, y como soporte para el sistema de gestión ambiental o plan de manejo ambiental que realicen posteriormente con la expansión de la compañía.

A continuación, se mostrará el plan de seguimiento y control para cada estrategia propuesta en el capítulo anterior, según cada aspecto ambiental:

Consumo de agua:

MEDIDA 1: Para un efectivo plan de seguimiento en la instalación de los contadores de agua, se debe asignar a un operario, la actividad de revisar todos los lunes o inicios de semana laboral que los contadores estén funcionando de forma correcta, y reportar cualquier anomalía ante el gerente para su respectivo arreglo inmediato.

La empresa debe dejar un presupuesto de \$498.241 disponible, para que en llegado caso que exista algún inconveniente en el funcionamiento de los contadores, se pueda hacer el arreglo o cambio respectivo de ellos inmediatamente. En la Tabla 27 se observa el plan de seguimiento para esta medida.

Tabla 27. Plan de seguimiento instalación de contadores de agua

MEDIDA		Instalación de contadores de agua		
ASPECTO AMBIENTAL		Consumo de agua		
DESCRIPCIÓN		Instalación de medidores de agua, para controlar y diferenciar el consumo de agua doméstica del industrial		
TIPO DE MEDIDA		Preventiva		
INVERSIÓN		ROI	¿BUENA PRÁCTICA?	
\$498.241		No aplica	SI NO	
BENEFICIOS				
AMBIENTALES	INDICADOR	ECONÓMICOS	INDICADOR	
Cuantificar y controlar el consumo de agua	m³ de agua	Disminución en el pago de la factura de acueducto y alcantarillado	Volumen de agua mensual/Cantidad producida	
PLAN DE SEGUIMIENTO				
PRESUPUESTO	\$498.241	Mantenimiento	Semanal	
DESCRIPCIÓN		-Al inicio de cada semana laboral, revisar los contadores -Reportar inmediatamente, cualquier anomalía		
FORMATO DE CONTROL				
FECHA	NOMBRE OPERADOR	CONDICIONES OPTIMAS (X)		OBSERVACIONES
		SI	NO	

Fuente: El Autor, 2017.

MEDIDA 2: Este plan se fundamenta en evitar pérdidas económicas, por lo tanto a un operario se le debe asignar la función de todos los días, registrar los volúmenes de agua al final y al inicio de la jornada, marcados en los tres contadores, para compararlos y comprobar que sean iguales, determinando que no hubo fugas de agua en los momentos de inactividad. En llegado caso que se detecte que haya una fuga de agua, primero se debe identificar en cual de los tres contadores se reflejó la anomalía y acudir al gerente para su respectivo arreglo inmediato.

También se debe adoptar la buena práctica por parte de la empresa, de asignar un operario encargado de registrar los volúmenes de agua marcados en el contador, al inicio de cada producción para luego hallar la diferencia con el volumen al final de la producción y de esta manera determinar el consumo de agua. En la Tabla 28 se muestra el plan de seguimiento para esta medida.

Tabla 28. Plan de seguimiento para evitar fugas de agua y rebaleses

MEDIDA		Evitar fugas de agua y rebaleses		
ASPECTO AMBIENTAL		Consumo de agua		
DESCRIPCIÓN		Control por parte de los operarios en los consumos de agua durante los procesos y en momentos de inactividad.		
TIPO DE MEDIDA		Preventiva		
INVERSIÓN		ROI	¿BUENA PRÁCTICA?	
\$0		No aplica	SI	NO
BENEFICIOS				
AMBIENTALES	INDICADOR	ECONÓMICOS		INDICADOR
Evitar desperdicios de agua	m³ de agua	Evitar pérdidas de dinero por pagar agua que se está desperdiciando		-Volumen agua / Tipo de producto -Volumen de agua/Tiempo de inactividad
PLAN DE SEGUIMIENTO				
PRESUPUESTO		Mantenimiento		Diario
DESCRIPCIÓN		-Verificar contadores en momentos de inactividad -Registrar volumen al inicio y al final de cada producción -Reportar cualquier anomalía		
FORMATO DE CONTROL				
FECHA	NOMBRE OPERADOR	LECTURA		OBSERVACIONES
		INICIAL	FINAL	

Fuente: El Autor, 2017.

MEDIDA 3: La actitud de los operadores ante las alternativas propuestas es fundamental, ya que de ellos depende en gran medida, el cumplimiento de los objetivos propuestos, por lo tanto una vez al mes se debe realizar una reunión con ellos para compartir los resultados obtenidos en el plan de seguimiento de las anteriores medidas, escuchar propuestas y corregir fallas dirigiendo de esta manera a la empresa al proceso de mejora continua. En la Tabla 29 se muestra el plan de seguimiento para esta medida.

Tabla 29. Plan de seguimiento para capacitación al personal

MEDIDA	Capacitación al personal		
ASPECTO AMBIENTAL	Consumo de agua		
DESCRIPCIÓN	Educar al personal para que se concienticen sobre su responsabilidad en cada actividad que ellos realizan con el fin de economizar agua		
TIPO DE MEDIDA	Preventiva		
INVERSIÓN	ROI	¿BUENA PRÁCTICA?	
\$0	No aplica	SI	NO
BENEFICIOS			
AMBIENTALES	INDICADOR	ECONÓMICOS	INDICADOR
Evitar desperdicios de agua	m³ de agua	Evitar pérdidas de dinero por pagar agua que se está desperdiciando	Capacitaciones programadas / capacitaciones hechas
PLAN DE SEGUIMIENTO			
PRESUPUESTO	0	Mantenimiento	Mensual
DESCRIPCIÓN	Cada mes realizar una capacitación, generando el compromiso por parte de todos los trabajadores revisando los resultados del consumo de agua en la empresa		
FORMATO DE CONTROL			
FECHA	ASISTENTES	¿META CUMPLIDA?	FIRMA DE COMPROMISO

Fuente: El Autor, 2017.

MEDIDA 4: Para el control de esta buena práctica, el operario encargado de realizar el embotellado manual, debe registrar al iniciar la producción, el volumen indicado en el contador instalado y al finalizar la producción registrar el volumen para que la diferencia coincida con el número de botellones embotellados. Es decir, se estableció que se deben gastar 7 Litros por lavado de botellón, cada botellón se llena con 20 L de agua, es decir 27 Litros de agua por botellón y si se produjeron 100 botellones, la diferencia entre los volúmenes del contador al iniciar y al terminar la producción debe ser de 2.700 Litros o 2,7 m³. En la Tabla 30 se muestra el plan de seguimiento para esta medida.

Tabla 30. Plan de seguimiento regulación de consumo de agua en lavado de botellones

MEDIDA		Regular el gasto del agua en lavado de botellones			
ASPECTO AMBIENTAL		Consumo de agua			
DESCRIPCIÓN		Controlar y dosificar el consumo de agua en el lavado de los botellones para el lavado manual			
TIPO DE MEDIDA		Correctiva			
INVERSIÓN		ROI		¿BUENA PRÁCTICA?	
\$0		No aplica		SI	NO
BENEFICIOS					
AMBIENTALES		INDICADOR	ECONÓMICOS		INDICADOR
Evitar desperdicios de agua		m³ de agua	Evitar pérdidas de dinero por pagar agua que se está desperdiciando		Volumen de agua/Número botellones
PLAN DE SEGUIMIENTO					
PRESUPUESTO		0		Mantenimiento	Semanal
DESCRIPCIÓN		-Registrar volumen de agua indicado en el contador al iniciar y al finalizar la producción -Por cada botellón se deben utilizar 27 Litros de agua, por lo tanto la diferencia hallada entre el volumen final y el inicial debe coincidir con la cantidad de botellones embotellados			
FORMATO DE CONTROL					
FECHA	PRODUCCIÓN	LECTURA			CANTIDAD DE BOTELLONES
		INICIAL	FINAL	DIFERENCIA	

Fuente: El Autor, 2017.

MEDIDA 5: Al ser una medida de buena práctica por parte de los operarios, se debe controlar la efectividad de ellos ante las instrucciones dadas. Para esto, al momento de producción en embotellado automatizado, se debe asignar a un operario como supervisor del proceso, para que vigile al operario encargado de colocar las botellas en el impulsor para que no haya espacios en el rinse, en el contador de agua se debe reflejar que la relación entre volumen de agua consumido y el número de botellas producido coincida de acuerdo al producto fabricado, ya que si no coinciden una de las causas es la ausencia de botellas en el rinse. En la Tabla 31 se muestra el plan de seguimiento para esta medida.

Tabla 31. Plan de seguimiento para control en el rinse

MEDIDA		Control en el rinse para el lavado de botellas			
ASPECTO AMBIENTAL		Consumo de agua			
DESCRIPCIÓN		Evitar espacios desocupados en el rinse, y verificar posición correcta de los chisquetes			
TIPO DE MEDIDA		Preventiva			
INVERSIÓN		ROI		¿BUENA PRÁCTICA?	
\$0		No aplica		SI	NO
BENEFICIOS					
AMBIENTALES		INDICADOR	ECONÓMICOS		INDICADOR
Evitar desperdicios de agua		m³ de agua	Evitar pérdidas de dinero por pagar agua que se está desperdiciando		Volumen de agua/Número botellas
PLAN DE SEGUIMIENTO					
PRESUPUESTO		0		Mantenimiento	Por Producción
DESCRIPCIÓN		-Destreza por parte de los operarios para que no queden espacios vacíos en el rinse y correcto mantenimiento al rinse -Comparar el volumen de agua consumido con el número de botellas producidos			
FORMATO DE CONTROL					
FECHA	PRODUCCIÓN	LECTURA			BOTELLAS AUSENTES
		INICIAL	FINAL	DIFERENCIA	

Fuente: El Autor, 2017.

MEDIDA 6: Después de estar instalado el sistema de recirculación de agua, el seguimiento consiste en verificar el correcto funcionamiento de este, para esto se asignará a un operario la función de que en cada inicio de semana laboral, verificar que en las zonas en las cuales el agua recirculada debe llegar está en óptimas condiciones, es decir, verificar que en los baños, en el lavado de pisos y lavado de maquinaria esté el agua. En llegado caso que en algún punto se detecte una falla se debe informar al gerente inmediatamente y por parte de este debe tener un presupuesto asignado para emergencias. En la Tabla 32 se muestra el plan de seguimiento para esta medida.

Tabla 32. Implementación sistema de recirculación de agua

MEDIDA	Recircular agua			
ASPECTO AMBIENTAL	Consumo de agua			
DESCRIPCIÓN	Instalar un sistema integrado por tubos, una bomba y un tanque para almacenar el agua desechada de procesos de lavado y reutilizarla para el lavado de máquinas, pisos y baños.			
TIPO DE MEDIDA	Mitigación			
INVERSIÓN	ROI	¿BUENA PRÁCTICA?		
\$277.970		SI	NO	
BENEFICIOS				
AMBIENTALES	INDICADOR	ECONÓMICOS	INDICADOR	
Disminuir el consumo de agua	m³ de agua	Reducir gasto en consumo de agua	Volumen agua/Número de mantenimientos	
PLAN DE SEGUIMIENTO				
PRESUPUESTO	\$277.970	Mantenimiento	Semanal	
DESCRIPCIÓN	-Verificar que en los baños, lavado de pisos y limpieza de maquinaria el agua esté llegando correctamente -Reportar cualquier anomalía inmediatamente			
FORMATO DE CONTROL				
FECHA	REVISIÓN			OBSERVACIONES
	BAÑOS	LAVADO PISOS	LIMPIEZA DE MAQUINARIA	

Fuente: El Autor, 2017

Vertimientos:

MEDIDA 1: El seguimiento a esta medida básica, consiste en medir la cantidad de residuos sólidos recogidos del suelo, para luego medir la cantidad de agua utilizada en la limpieza de pisos, verificando que la hidrolavadora esté economizando el agua consumida para este proceso. En la Tabla 33 se observa el plan de seguimiento para la medida.

Tabla 33. Plan de seguimiento uso de hidrolavadora y limpieza en seco

MEDIDA		Uso de Hidrolavadora y previa limpieza en seco			
ASPECTO AMBIENTAL		Vertimientos			
DESCRIPCIÓN		Para el aseo de los pisos, primero realizar una limpieza en seco retirando todos los residuos sólidos, y luego con el uso de una hidrolavadora, limpiar los pisos, para ahorrar consumo de agua y disminuir cargas en vertimientos			
TIPO DE MEDIDA		Correctiva			
INVERSIÓN		ROI	¿BUENA PRÁCTICA?		
\$250.000		95,23m³	SI	NO	
BENEFICIOS					
AMBIENTALES		INDICADOR	ECONÓMICOS	INDICADOR	
Disminuir carga orgánica para el alcantarillado		Kg de residuos sólidos	No aplica	Volumen agua consumida	
PLAN DE SEGUIMIENTO					
PRESUPUESTO			Mantenimiento		
DESCRIPCIÓN		-Separar los residuos sólidos del piso y determinar cantidad - Medir cantidad de agua utilizada en limpieza			
FORMATO DE CONTROL					
FECHA	PRODUCTO FABRICADO	CANTIDAD DE PRODUCCIÓN	DESECHOS		Litros de agua utilizados
			TIPO	Kg	

Fuente: El Autor, 2017.

Consumo energía eléctrica:

MEDIDA 1: En la planta, se debe diferenciar el consumo eléctrico doméstico del industrial. Al reducir consumo en lugares y momentos no necesarios, aprovechando la luz natural, el seguimiento a esta medida consiste en verificar que en el recibo de la luz se debe reflejar el tiempo establecido mensual que se debe consumir de luz doméstica que son 2,8 kWh aproximadamente, se resta lo consumido en consumo eléctrico industrial del total y se debe aproximar a este valor. Si el valor es mayor, por parte de la gerencia debe haber instrucciones fuertes acerca del control del consumo eléctrico por parte de los operarios, encargando a un operario la función de supervisor en esta medida. En la Tabla 34 se observa el plan de seguimiento.

Tabla 34. Plan de seguimiento control de consumo mensual

MEDIDA	Apagar la luz en lugares y momentos que no sea necesario su uso				
ASPECTO AMBIENTAL	Consumo energía eléctrica				
DESCRIPCIÓN	Apagar bombillas en áreas de cocina y oficina ya que la luz natural que ingresa es suficiente para la visibilidad				
TIPO DE MEDIDA					
INVERSIÓN	ROI	¿BUENA PRÁCTICA?			
\$0	No aplica	SI	NO		
BENEFICIOS					
AMBIENTALES	INDICADOR	ECONÓMICOS	INDICADOR		
Disminución de consumo de recursos naturales	Reducción consumo energía eléctrica	Disminución de pago en el recibo de consumo eléctrico	Control consumo doméstico		
PLAN DE SEGUIMIENTO					
PRESUPUESTO		Mantenimiento	Mensual		
DESCRIPCIÓN	-Restar el total de kWh consumidos en el mes con el consumo eléctrico industrial -La diferencia se debe aproximar a 2,8 kWh en el mes				
FORMATO DE CONTROL					
FECHA	kWh TOTALES EN EL MES	TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA	kWh DE MÁQUINAS	DIFERENCIA	OBSERVACIONES

Fuente: El Autor, 2017.

MEDIDA 2:Esta medida, radica más en la cultura que la empresa debe adquirir de reducir sus consumos ayudando al ambiente que en un beneficio económico significativo, aunque a futuro, cuando la empresa se expanda, adoptará estas pequeñas medidas aumentando el beneficio. Después del cambio de bombilla en el recibo de la luz se debe reflejar una disminución mensual de 1,2 kWh ya que se tiene un estimado semanal de uso de 6 horas. También se debe tener un presupuesto de \$35.000 para el momento en el cual la bombilla comience a fallar. En la Tabla 35 se observa el plan de seguimiento para esta medida.

Tabla 35. Plan de seguimiento cambio de bombilla en laboratorio

MEDIDA		Cambio de bombilla en el laboratorio			
ASPECTO AMBIENTAL		Consumo energía eléctrica			
DESCRIPCIÓN		En el laboratorio se usa una bombilla incandescente, la cual se puede cambiar por una bombilla tipo CFL la cual dura más tiempo y consumo menos energía eléctrica, aportando la misma función			
TIPO DE MEDIDA		Correctiva			
INVERSIÓN		ROI		¿BUENA PRÁCTICA?	
\$35.000				SI	NO
BENEFICIOS					
AMBIENTALES		INDICADOR	ECONÓMICOS		INDICADOR
Disminución en el consumo de recursos naturales		Reducción consumo energía eléctrica	Disminución de pago en el recibo de la luz		Cambio de bombilla
PLAN DE SEGUIMIENTO					
PRESUPUESTO		0	Mantenimiento		Mensual
DESCRIPCIÓN		-Verificar la disminución de consumo de energía que debe ser aproximado a 1,2 kWh mensuales -Cambiar la bombilla cuando se dañe			
FORMATO DE CONTROL					
FECHA	kWh TOTALES EN EL MES	TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA	kWh DE MÁQUINAS	DIFERENCIA	OBSERVACIONES

Fuente: El Autor, 2017.

MEDIDA 3: Para un buen seguimiento a esta medida, se debe asignar un operario encargado de supervisar y contabilizar que las máquinas se prendan 10 minutos antes de iniciar una producción y que todo esté preparado para que la producción no tenga retrasos. Al contabilizar este tiempo se puede calcular los kWh consumidos en preparación de maquinaria, por esos 10 minutos que se tiene prendida la maquinaria se consumen 2,18 kWh, al multiplicar este valor por la cantidad de veces que se prendieron las máquinas para producciones en el mes, se puede hallar el consumo eléctrico para este proceso. Si ocurre algún inconveniente y se toman más minutos, el consumo eléctrico por cada minuto en que se tenga prendida la maquinaria es de 0,21 kWh, los cuales se deben registrar e informar por qué hubo demora en iniciar la producción. En la Tabla 36 se puede ver el plan de seguimiento para esta medida.

Tabla 36. Plan de seguimiento optimización en producción automatizada

MEDIDA		Optimizar proceso de producción automatizada			
ASPECTO AMBIENTAL		Consumo de energía eléctrica			
DESCRIPCIÓN		Disminuir el tiempo de maquinaria prendida previo al inicio de la producción			
TIPO DE MEDIDA		Preventiva			
INVERSIÓN		ROI		¿BUENA PRÁCTICA?	
\$0		No aplica		SI NO	
BENEFICIOS					
AMBIENTALES		INDICADOR		ECONÓMICOS	
Disminución en el consumo de recursos naturales		Reducción consumo energía eléctrica		Consumo energía mensual/tiempo operación mensual	
PLAN DE SEGUIMIENTO					
PRESUPUESTO		0		Mantenimiento	
DESCRIPCIÓN		-Contabilizar 10 minutos en preparación de maquinaria -Verificar elementos necesarios para la producción -Multiplicar la cantidad de veces que se prende la maquinaria para producción por 2,18kWh -Si se gastan más minutos, multiplicar 0,21 kWh por cada minuto y registrar causas.			
FORMATO DE CONTROL					
FECHA	HORA PRENDIDA DE MAQUINARIA	HORA INICIO DE PRODUCCIÓN	DIFERENCIA	kWh CONSUMIDOS	OBSERVACIONES

Fuente: El Autor, 2017.

MEDIDA 4: Teniendo diferenciado el consumo eléctrico doméstico y el consumo eléctrico de preparación de maquinaria, se procede a contabilizar el tiempo de duración de las máquinas prendidas por cada producción y de esta manera llevar un control sobre el consumo eléctrico, además de hallar el tiempo empleado para producir 1.000 unidades y relacionarlo con el consumo eléctrico, ya que esta información puede servir a la empresa como indicador para medir la eficiencia de los procesos. Después de tener el tiempo de la producción en minutos, se multiplica por 0,21 kWh para registrar el consumo total en esa producción, se suman todos los consumos del mes, y de esta manera junto con los otros registros de consumo doméstico y de preparación de maquinaria, se puede comparar con el consumo registrado en el recibo de la luz. El operario asignado debe registrar la hora de inicio de producción y la hora de finalización para calcular el tiempo empleado.

Tabla 37. Plan de seguimiento contabilizar tiempo por producción

MEDIDA		Contabilizar tiempo por producción		
ASPECTO AMBIENTAL		Consumo de energía eléctrica		
DESCRIPCIÓN		Llevar un registro y control sobre los tiempos en cada producción hecha en el lugar		
TIPO DE MEDIDA		Preventiva		
INVERSIÓN		ROI	¿BUENA PRÁCTICA?	
\$0		No aplica	SI	NO
BENEFICIOS				
AMBIENTALES		INDICADOR	ECONÓMICOS	INDICADOR
Disminución en el consumo de recursos naturales		Reducción consumo energía eléctrica	Disminución de pago en el recibo de la luz	1000 unidades/tiempo gastado
PLAN DE SEGUIMIENTO				
PRESUPUESTO		0	Mantenimiento	Mensual
DESCRIPCIÓN		-Contabilizar tiempo por producción en minutos -Multiplicar por 0,21 kWh la cantidad de minutos gastados por producción -Sumar todos los consumos eléctricos del mes junto con los otros dos consumos y comparar con el recibo		
FORMATO DE CONTROL				
FECHA	PRODUCTO A EMBOTELLAR	HORA INICIO PRODUCCIÓN	HORA FINAL DE PRODUCCIÓN	DIFERENCIA (min)

Fuente: El Autor, 2017.

7. CONCLUSIONES

- Se detectó que en la planta no se contaba con ninguna estrategia de Producción más Limpia.
- Se logró el compromiso del gerente al inicio del trabajo, lo cual facilitó el desarrollo de este, debido a la claridad y sencillez en la explicación de los conceptos a tratar en su planta embotelladora.
- Dentro del diagnóstico general hecho en la embotelladora, se detectó que la empresa tiene un muy buen manejo de residuos sólidos, incentivando el reciclaje y la correcta disposición final, siendo este aspecto ambiental poco significativo en la mejora del desempeño ambiental, enfocando el trabajo en otros aspectos más relevantes.
- El principal problema que tiene la planta, en cuanto a su desempeño ambiental, es la ausencia de control en los consumos de agua y luz, lo cual se refleja en ineficiencias en ciertos procesos, que causan pérdidas económicas y de recursos ambientales. Por lo tanto son los aspectos más significativos para corregir en la planta.
- En cuanto al ciclo de vida del producto, la planta puede disminuir el impacto ambiental que generó, primero optimizando sus procesos internos, para que este consuma menos recursos, generando menor contaminación, y segundo, comunicar de manera clara al consumidor la correcta disposición final del envase tipo PET, para que este sea reciclado.
- En uno de los procesos identificado como punto crítico, el cual es el lavado de botellones para embotellado manual, con la implementación de la estrategia propuesta, se puede llegar a ahorrar, hasta un 41,9% de consumo de agua, estrategia que se basa en una buena práctica, la cual no requiere de ninguna inversión, sino sólo de un cambio en la forma de operar.
- Con la estrategia propuesta de recircular el agua desechada del rinse y prelavado de botellones, se obtiene un beneficio ambiental de disminuir al 100% el consumo de agua que corresponde a 50.976 Litros anuales para mantenimiento o lavado de máquinas, sanitarios y aseo del lugar. Además la inversión es baja, siendo alcanzable para la empresa, con un retorno de inversión de 1,93 años.
- El consumo energético en la planta es inherente a la actividad económica de la empresa, por lo tanto para disminuir el consumo, se debe reducir al máximo el tiempo de uso de las máquinas, llevando un correcto registro y control del uso de la energía eléctrica. Con la estrategia propuesta de disminuir 5 minutos

el tiempo de preparación de maquinaria se obtiene un 33,33% de ahorro en costos de electricidad.

- Esta empresa al haber hecho una inversión inicial en tecnología moderna, denota el aumento en su capacidad productiva, disminuyendo también ineficiencias en algunos procesos, y gastos en mano de obra. De esta manera, pueden ser más competitivos en la industria, sirviendo de ejemplo para otras organizaciones que buscan también este fin.

- Aunque en otros estudios hechos en el tema, concluyan que implementando nueva tecnología disminuirán impactos ambientales y aumentarán la producción, en el caso de esta embotelladora, la mayoría de estrategias se enfocaron en adoptar buenas prácticas por parte del personal, las cuales no tienen un costo significativo para la empresa, pero si genera grandes beneficios con el paso del tiempo. De las 11 estrategias propuestas, 7 son de buenas prácticas, las cuales representan el 63%.

- Con la implementación de las estrategias propuestas, se lograría en total un ahorro anual de 88.333 Litros de agua y 440,51 kW de consumo energético.

- Con los indicadores propuestos para cada medida, la empresa al implementar las estrategias, podrá llevar el control del cumplimiento de los objetivos de cada medida, además de fomentar el proceso de mejora continua.

- Con el planteamiento de los planes de seguimiento, la empresa puede organizar sus finanzas para reservar un capital que se dispone para que las estrategias funcionen correctamente en momentos que se deban hacer arreglos.

- Se puede mejorar la eficiencia de las estrategias propuestas, si los operadores asignados para supervisar las acciones requeridas cumplen con las propuestas establecidas en los planes de seguimiento, aumentando la responsabilidad en ellos, disminuyendo los consumos de agua y electricidad, además de detectar ineficiencias en algún proceso de forma más rápida.

- Teniendo una Contabilización de los consumos de agua doméstica, para embotellado manual y automatizado se puede detectar fugas de agua en momentos de inactividad, u otros problemas que puedan haber, que se reflejan en evitar pérdidas económicas a futuro.

- Al diferenciar el consumo eléctrico doméstico del industrial, y los consumos energéticos por cantidad producida, puede servir de referencia para conocer las eficiencias de las máquinas, identificando daños en el sistema eléctrico de ellas, y que a futuro la empresa si desea adoptar mejor tecnología, pueda comparar para tomar una mejor decisión midiendo los beneficios.

8. RECOMENDACIONES

- La empresa necesita registrar la relación entre generación de residuos por unidad producida, ya que aunque en la planta se lleve un buen manejo de estos, esta información puede servir para determinar el impacto en el ciclo de vida del producto, y también disminuir estos residuos.
- Para cumplir de forma más efectiva las metas propuestas, se recomienda la generación de indicadores de ecoeficiencia.
- Con el fin de optimizar los procesos en la planta, un estudio de tiempos y movimientos sería adecuado para mejorar la maniobrabilidad de los trabajadores, aumentando la productividad de la empresa.
- Después que la empresa implemente las estrategias propuestas, y empiece a producir la bebida Kumbia en la planta, se debe hacer un análisis de costos, para cuantificar los beneficios económicos obtenidos, y de esta manera, si la empresa considera adecuado, disminuir el costo de la bebida Kumbia, para ser más competitiva en el mercado.
- Implementar un plan de uso eficiente y ahorro del agua, para aumentar aún más el desempeño de la empresa y cumplir con la ley 373 de 1997 de la legislación colombiana.
- Cuando la empresa inicie con su expansión, debe tener clara la relación vapor/combustible para tener un indicador que le permita saber la eficiencia de los procesos involucrados.

ANEXOS

Anexo 1. Documento presentado ante la gerencia de la Embotelladora BCGR con firma.

Compromiso de la organización con conocer estrategias de producción más limpia para mejorar el desempeño ambiental de la misma

¿QUÉ ES PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA?

Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 1981 estableció el concepto de **Producción más limpia** (P+L) como la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integral a los procesos y productos, con el objetivo de reducir riesgos al ser humano y al medio ambiente.

¿POR QUÉ IMPLEMENTAR PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA?

A fin de apoyar el desarrollo sostenible, las estrategias de producción más limpia tienen como fin aumentar la competitividad de la organización, reduciendo costos, gastos innecesarios, generando beneficios tributarios, etc., basándose en la prevención de la contaminación y el cuidado al medio ambiente.

CASOS EXITOSOS

A- Caso Grupo Casa Pellas

Premio a la excelencia 2010-2011 en Producción Más Limpia a la empresa Talleres Casa Pellas, con su proyecto denominado “Transferencia Tecnológica y PML en General” otorgado por la Comisión De Producción Más Limpia de Nicaragua.

- **DESCRIPCIÓN GENERAL:**

La empresa Grupo Casa Pellas, fue fundada en Nicaragua, más exactamente en la ciudad de Granada hacia el año de 1913. Esta empresa ofrece servicios automotrices, como reparaciones, balanceo, alineación, pintura, entre otros y este taller lo construyeron en la ciudad de Managua; la compañía ha adquirido máquinas de alta tecnología ya que buscan ser una empresa líder en su mercado y obtener una gran satisfacción por parte de sus clientes, además de contribuir con el medio ambiente y la gestión de la calidad.

- **DIAGNÓSTICO:**

La empresa decide hacer una inversión para construir un nuevo taller en el año 2006. Dentro de la proyección que tiene la construcción de este taller más de las instalaciones físicas, y de los requerimientos que necesitan para su actividad, consideran tener como uno de sus principales focos la prevención de la contaminación, implementando como estrategia la Producción Más Limpia.

Teniendo ya el conocimiento y la experiencia de los otros talleres que tienen, existe información para saber cuáles son los puntos en los cuales la empresa debe mejorar al construir un nuevo taller y aportar al desarrollo sostenible de la organización. Para tal fin, los aspectos a mejorar y a tener en cuenta fueron, el uso eficiente de la energía, apoyarse en la luz natural para disminuir consumo de electricidad, adquirir equipos de alta tecnología, que contribuyan al cuidado con el medio ambiente y a mejorar la producción generando más competitividad dentro de su sector, aislar térmicamente el edificio ya que de esta manera disminuirían ganancias de calor por la radiación del lugar, mejorar las operaciones en cada uno de los procesos, aumentando también la comodidad que tienen los trabajadores allí

- **IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS:**

Cómo fue mencionado anteriormente, la empresa se basó en la experiencia obtenida en los anteriores talleres, y las acciones de Producción Más Limpia que implementaron, después del diagnóstico realizado se basaron en tres pilares, el cambio de tecnología, cambio en la tarifa de consumo de electricidad y buenas prácticas. Estas fueron:

- Cambio de hornos: En los otros talleres la empresa utilizaba hornos de pintura en los cuales se utilizaba diesel como combustible, para esta nueva construcción la empresa adquirió hornos que utilizan quemadores de gas natural, el cual comparado con el diesel genera menos contaminantes, y aumenta en un 150% la eficiencia del proceso. El cambio de hornos permite que se dejen de generar 7000 kg de CO₂.
- La empresa realizó monitoreos para hacer un estudio del consumo energético del taller, con equipos especializados se registraron las potencias máximas que se lograron en cada área de la construcción en horas valle y punta. El estudio arrojó que de 10 de la noche a 8 de la mañana la potencia era de 200 kWh y en las siguientes 12 horas, era de 31 kWh, concluyendo que lo mejor era cambiar de tipo de tarifa eléctrica T4D a una de T4E.

- Cambio de equipos logrando una corrección en el factor de potencia de 0.98, evitando también posibles multas. de soldadura: Con el fin de obtener una mayor seguridad para los trabajadores y mejorar la calidad, se cambiaron los equipos de soldadura de oxiacetileno por equipos de soldadura de inducción eléctrica tipo MIG y de puntos.
- Cambio en el sistema de aire compreso: La empresa implemento un compresor especial de arranque variable, el cual evita cambios de energía generando picos en ella, logrando ahorrar el consumo energético y teniendo una eficiencia del 94%. El equipo se conecta a un sistema el cual contiene filtros de agua, trampas de grasa y secadores de aire, generando un aire seco con el 99% de calidad.
- Semi-automatización de equipos de lijado: En los anteriores talleres, los operadores realizaban el proceso de lijado de manera manual. Se adquirieron equipos neumáticos especializados en lijado conectados a un equipo de succión el cual abarcó el 60% del proceso, y además recolectando el polvo que se genera en esta actividad reduciendo un 80% la emisión de material particulado.
- Instalación de banco de compensación: Después del estudio de consumo energético que se hizo, se determinó que había equipos que afectaban el factor de potencia, y para esto se implementó un banco de compensación de 500kVa.
- Manejo adecuado de residuos: Se establecieron los principales residuos sólidos que la empresa genera, y estos fueron el aluminio, el cartón, lata y hierro. A estos residuos se les dio una prioridad en cuanto a su manejo, logrando reciclar estos elementos, ya que para otras empresas podían servir como materia prima, ya que lo pueden reutilizar o reciclar. Después de 9 meses se entregaron a otras empresas 164kg de Aluminio, 4407Kg de lata, 1000kg de Hierro y 869Kg de cartón.
- Reducción de uso de papel: Siendo el área administrativa la que más consume papel en la organización, se estableció un plan para reducir su uso, para esto se reutilizó el papel que se utilizó para registrar presupuestos y registros de repuestos que llevan más de 6 meses archivados, imprimiendo sobre la cara del papel que no fue utilizada. En el lapso de un año correspondiente al 2008-2009 se redujo en un 64% el consumo de papel

- En el proceso de enmascarado de los autos se utiliza papel espalmado, en un año se logró reducir en un 18% la cantidad usada, mediante la reutilización del material en el proceso de aplicación de base. Este porcentaje de papel ahorrado corresponde a 39 rollos de papel que tienen un peso de 160Kg, evitando de esta forma que sean arrojados contaminando más al ambiente.

- **PLAN DE SEGUIMIENTO:**

Para llevar un correcto control y registro de los resultados obtenidos al implementar las estrategias se establece un plan de monitoreo el cual cuantifica el cumplimiento de los objetivos en tres aspectos fundamentales:

4. Consumo de energía: Realizando un registro mensual el kWh por vehículo mediante las facturas y los vehículos atendidos.
5. Materiales: Teniendo como indicador las cantidades compradas al mes, mensualmente se registran las órdenes de compra y facturas.
6. Segregación de residuos sólidos: El indicador para este ítem son los kilogramos de residuos que se venden al mes a las empresas que se encargan de reutilizarlo.

- **CONCLUSIONES:**

Después de la construcción del edificio y la implementación de las estrategias de Producción Más Limpia que tuvo una inversión de 200.000 dólares, la productividad se vio incrementada en un 24%, además de disminuir gastos fijos en un 28% (CPMLN, 2011).

B- Caso Embotelladoras Unidas “EMBOL” S.A.

Este caso fue encontrado en el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles de Bolivia CPTS, el cual también es auspiciado por la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional USAID en el año 2000.

- **DESCRIPCIÓN GENERAL:**

Esta empresa se encuentra ubicada en Cochabamba-Bolivia, está en el sector de la industria de alimentos, más exactamente al embotellamiento de bebidas gaseosas. La planta tiene una capacidad para embotellar un promedio de 2.230 m² mensualmente, utiliza envases de vidrio, de plástico y no retornables de diferentes tamaños. La empresa decidió realizar una evaluación de sus

procesos para implementar estrategias que les ayudara a reducir costos, ayudar al medio ambiente y aumentar su competitividad.

- **DIAGNÓSTICO:**

Dentro del diagnóstico de la empresa, se evaluaron todos los procesos que conllevaba la producción, desde el bombeo del agua, pasando por el tratamiento de agua, preparación de los jarabes, hasta su embotellado. Al evaluar todo esto, se encontró que por ejemplo en el proceso de lavado de botellas, se estaba produciendo exceso de soda cáustica, en los tanques de enjuague aumentando el consumo de agua.

En el área de lavado de filtro con velas, se observó que se estaba gastando mucha agua ya que la operación estaba durando más del tiempo necesitado, donde se eliminaba el carbón activado, y otras impurezas del jarabe.

La empresa también tenía un grave problema con el manejo de desechos líquidos, ya el jarabe sobrante en los procesos y otros productos devueltos, eran vertidos directamente al drenaje sin un tratamiento o prevención previa.

Dentro del control de calidad, se observaba que para analizar los jarabes, se desperdiciaba gran parte del mismo y este no lograba drenarse por completo en las tuberías correspondientes. Otro problema importante que se encontró es que se estaba utilizando mucho carbón activado granular ya que la resina utilizada en el proceso no resistía mucho la presión que se le estaba ejerciendo.

- **IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS**

- Optimizar funcionamiento de la lavadora de botellas: Se instalaron sopladores de aire, reduciendo así la cantidad de solución que se adhiere a las botellas. También se instaló una válvula que evita que el agua ingrese al parar la operación, logrando de esta manera disminuir el consumo de agua.
- Para controlar el tiempo de lavado de filtro de velas, se instaló un temporizador, y una válvula para que se parara el proceso cuando el tiempo fuera el asignado, con esta estrategia se redujo considerablemente el consumo de agua.
- Fugas de agua: Dentro del programa de Producción Más Limpia, implementaron un control de fugas de agua en algún proceso, llevando un seguimiento continuo para evitar gastos de agua.

- Manejo de residuos: La empresa empezó a recolectar todos los desechos que eran vertidos al drenaje para entregarlos a terceros ya que estos los podían reutilizar para alimentar animales.
- Pérdidas de Jarabe: Para evitar que tanto jarabe se desperdiciara en el control de calidad, se instalaron dispositivos de drenaje, además de disminuir la cantidad de jarabe enviada a control de calidad, y con este nuevo sistema se estaba evitando que el jarabe se quedara adherido a las tuberías, lo cual llegaba a contaminar mas.
- Se cambió la resina epóxica por una que era más resistente térmicamente obteniendo que el carbón activado granular tuviera más tiempo de uso.

- **CONCLUSIONES:**

Dentro de los logros más importantes están la reducción de consumo de agua, la disminución de uso de carbón activado granular y el evitar que las descargas con contaminantes fueran al drenaje. Ya que esta empresa tenía pensado construir otra planta, al corregir todas estas operaciones se evitaron 117.000 usd en la nueva construcción, además de también reducir mensualmente los costos de operación por 20.000 usd.

Aportando datos más concretos el consumo de agua disminuyó un 28%, el de carbón activado un 16%, y las pérdidas de azúcar en un 8%. Al evitar estas pérdidas de azúcar también se evitó una descarga de carga orgánica de 6,150 kg de DBO/año.

Lo más interesante para la empresa fueron los cálculos de retorno de la inversión ya que, según el capital invertido y los ahorros anuales que le producían, se encontraron con estos datos:

Reducción de consumo de agua - ROI de un 181%

Reducción de pérdidas de azúcar – ROI de un 56%

Reducción de consumo de carbón activado – ROI de un 250%

C- CASO BEBIDAS DEL PACÍFICO S.A.

En la Escuela Superior Politécnica del Litoral de Guayaquil-Ecuador, se desarrolló una tesis llamada “Aplicación de Casos de Producción más Limpia en una Embotelladora de Bebidas Gaseosas” en el año 2008, y para efectos de este trabajo, sirve como referencia de trabajos hechos en el campo de la Producción Más Limpia.

- DESCRIPCIÓN GENERAL:

Esta compañía se dedica al sector de alimentos, más específicamente a la elaboración de bebidas gaseosas, jugos y agua mineral, se encuentra ubicada en Guayaquil-Ecuador, planta que empezó su funcionamiento en los años 50. Es este país es una de las plantas productoras, mas grandes e importantes del sector siendo una de las líderes del mercado. Para el envase de sus bebidas, generalmente se usan dos tipos de envase, de vidrio o de plástico tipo PET, al ser el vidrio más costoso, en cuanto a su adquisición, procesamiento y lavado para ser reutilizado, las empresas han optado por utilizar el envase de plástico, y es en este proceso de fabricación de los envases dónde la empresa quiere reducir ineficiencias, ya que está comprometida con el cuidado al medio ambiente y la mejor continua.

- DIAGNÓSTICO:

Se hizo un estudio profundo sobre el proceso que se hace en la máquina sopladora-estiradora Krones Contiform S10, registrando cada detalle de la estructura de esta, y allí se detectó que en el sistema neumático, junto con los filtros de aire, el valor de las emisiones esperadas era mayor al esperado, es decir que el aire tenía más impurezas, haciendo que el sistema de alimentación de aire comprimido afecte los filtros, dañando la máquina, y bajando la calidad del producto.

También se detectaron fallas en lámparas de calefacción, pistones del área de estirado, variabilidad de varillas de estirado, en la válvulas de soplo, rodamientos de ventiladores, y rotura de la banda transportadora de las preformas. Por este tipo de fallas, se estaba observando que cada vez era mayor el número de botellas que salían defectuosas, generando pérdidas en el proceso.

- IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS:

Al observar, que la mayoría de problemas que estaban ocurriendo era por errores en las máquinas y querer prevenir, se desarrollaron un conjunto de programas de mantenimiento de las máquinas. A los siguientes componentes fueron a los que se les estableció mayor atención en el mantenimiento:

- Lámparas Halógenas de Calentamiento de Horno
- Caja de Calefacción-Ventilador
- Sistema de Aire Compreso
- Filtro de Alta Presión
- Lubricación Unidad de estirado

Aparte de todas estas estrategias que de fondo, tienen controles muy técnicos de parte de las personas encargadas en el área, también se hizo un programa

de capacitaciones a los operadores de estas máquinas, con el fin de actualizarlos en el mantenimiento de estas, infundir buenas prácticas y conciencia sobre el cuidado al medio ambiente, ya que en ellos reposa la responsabilidad de lo que se lleve a cabo en ese proceso.

- **CONCLUSIONES:**

- Después de haber implementado las respectivas correcciones, los resultados que se obtuvieron fue que, en los próximos 5 meses, se obtuvo un ahorro de \$7.498,89 dólares, en los gastos generados en ese proceso, para lograr tal fin se hizo una inversión de \$25.574 dólares, con lo cual se tendría un retorno de inversión en 14 meses.
- Se redujo el porcentaje de desperdicio de las preformas de 1.95% a 1.21%.

D- CASO VIKINGOS DE COLOMBIA

Este es uno de los casos de éxito expuestos en el Centro Nacional de Producción más Limpia de Colombia en el año 2002.

- **DESCRIPCIÓN GENERAL:**

Esta empresa se ubica en el sector de manufacturero de alimentos la cual procesa recursos hidrobiológicos. Se encuentra localizada en Cartagena, contando con 595 empleados. Esta compañía posee seis plantas en la cual se procesa atún, langostino, pesca blanca, harina de pescado, y servicio de deshuese, en donde manejan toneladas de volumen a tratar.

- **DIAGNÓSTICO:**

Se observó en la organización que había un consumo excesivo de agua en el proceso de enlatado, ya que esta empresa manejaba un volumen de 100.000 latas diarias por lo tanto era un punto crítico a corregir inmediatamente.

- **IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS**

- Se implementó un sistema de recirculación de agua para la esterilización de las latas, haciendo un encerramiento de los vertimientos de las autoclaves.
- Instalación de una bomba, una torre de enfriamiento acondicionando de esta manera la temperatura del agua, y la adecuación de una alberca para almacenar agua evitando su desperdicio.

- Se adaptó el proceso de cocción de colas y cabezas de atún, instalando también una tolva en las plantas de harina para los desperdicios del pez.
- Instalación de un tanque recolector de sangre en el área de sacrificios, para luego convertirlos en harina o en pasta, vendiendo estos subproductos, evitando sus desperdicios, y sacando ganancias económicas directas.

- **CONCLUSIONES:**

El consumo de agua cambió de 150 m³ por día a sólo 30m³, lo cual quiere decir que hubo una reducción considerable del 80%, siendo una de las estrategias más eficientes que hubo en el proceso.

La generación de residuos sólidos en cuanto a vísceras, agallas, sangre y colas del atún fueron reducidas en un 100% ya que se convirtieron en harina para obtener un subproducto, dejando de generar 2800 toneladas al año de estos componentes.

Para todos los sistemas que se adaptaron se hizo una inversión de 24.420 dólares, pero estos a su vez produjeron un ahorro anual de 30.677 usd. Resultados que fueron muy importantes siendo uno de los mejores casos de éxito de Producción Más Limpia en el país.

CERTIFICACIÓN DE COMPROMISO

Yo Leonardo Bello identificado con el número de cédula 80424300, he leído este documento en su totalidad adquiriendo conocimiento de la gran importancia e mejorar el desempeño ambiental de nuestra empresa, implementando estrategias de producción más limpia, conociendo su concepto, desarrollo y casos exitosos en otras organizaciones que han implementado estas estrategias, por lo tanto doy mi compromiso para apoyar el desarrollo de este proyecto, ya que es de nuestro interés implementar estos programas en nuestra organización más adelante.

FIRMA:

C.C.

Anexo 2. Cantidad en Kg de materiales reciclables entregados por la embotelladora a la empresa recicladora.

FECHA	CARTÓN	PAPEL	VIDRIO	PLÁSTICO	PET	CHATARRA	OTRO
29-07-17				28			
31-07-17				25	15		
04-08-17				35	4		
08-08-17				15			
16-08-17				20			
18-08-17				25			
29-08-17				60			
01-09-17				15			
05-09-17				10	4	12	
12-09-17							
13-09-17				30			

BIBLIOGRAFÍA

- Van Hoof, B. *Producción Más Limpia: Paradigma de Gestión Ambiental*. 2008, Alfaomega Grupo Editor, Barcelona, España, p 90.
- Romo Murillo, D. *Políticas e instrumentos para mejorar la gestión ambiental en la pyme y promover la oferta de bienes y servicios ambientales: el caso mexicano*. Informe avance de proyecto CEPAL, 3ra edición, 2004.
- UNEP. *Cleaner production: Institutions Promoting Investment and Financing*, first edition. 2002.
- PNUMA. *Government Strategies and Policies for Cleaner Production*, Draft, France, 2002.
- Muys, B. *Cleaner Production: A Guide to Information Sources*, European Environmental Agency, December 1997.
- Smith, S. *La Globalización de la Política Mundial*. 3ra edición, Oxford, Oxford University Press, 2005, p 454-455.
- CEPAL. *Consumo y producción sostenible, minería, transporte, químicos y gestión de residuos*. Informe preliminar, 2006.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Historia y desarrollo del ministerio de ambiente. En: (<http://www.minambiente.gov.co/>). 2018.
- Villegas, L. *Colombia: hacia un modelo de competitividad*. Presentación no editada, Bogotá D.C. 2007.
- Lara, A. “*Evaluación y perspectivas de los convenios de concertación para una Producción más Limpia en Colombia: Aplicación de un modelo de evaluación estratégica a los convenios de concertación*”. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C., Colombia, 2003.
- Echeverry, J. *Desafíos para el desarrollo productivo y social en América Latina*. Asamblea Asociación Nacional de industriales, 2007.

- Herrera. C. *Gasto y desempeño ambiental del sector privado en Colombia*. Santiago de Chile: Serie Medio Ambiente y Desarrollo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe Chile, 2007
- ODES. Proyecto de sostenibilidad ambiental con los sectores productivos en Caldas. CORPOCALDAS, documento no editado, Manizales, 2006.
- DAMA. Instrumentos e incentivos económicos y financieros: experiencia global. Colombia, 2002.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Plan Nacional de Negocios Verdes. Colombia, 2014.
- Varón Jiménez, L. M. La producción más limpia como estrategia de gestión ambiental. *Producción + Limpia*, 8(1), 1-2. Retrieved. August 15, 2017.
- López, G. L. M. (2016). Análisis de alternativas de producción más limpia (PML) para la producción de biogás con fines energéticos en una empresa azucarera diversificada. La Habana, CUBA: Editorial Universitaria.
- Tobar Guzmán, E. *La producción más limpia como estrategia de estado para coadyuvar a promover la sostenibilidad ambiental en Guatemala, en el marco de la responsabilidad social empresarial. presentación de estudio de caso*. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Guatemala de la Asunción. 2014.
- UNEP. WBCS, Cleaner Production and Ecoefficiency. Publicación UNEP, 1995.
- BANCO MUNDIAL. Pollution prevention handbook, Implementing Cleaner Production, 1998.
- Dobes, V. Integration of human dimension into Cleaner Production programs in the Czech Republic. Suecia, abril de 2000.
- Van Berkel, R. Cleaner Production And Eco-Efficiency Initiatives In Western Australia 1996-2004". Elsevier Science, Journal of Cleaner Production, 2006, pp. 1-15.

- UNEP. Government strategies and policies for cleaner production. Francia, 2001. En (www.unep.org).
- Cuellar Rivas, S. García Peña, C. Jovel Majano, C. *Propuesta de una metodología de producción más limpia para el sector tenerías de el salvador*. Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. San Salvador, 2008.
- Reyes, Y. O., Destrades, M. D., & Aguilar, R. A. Prácticas de producción más limpias para mitigar la contaminación de la destilería Hatuey por la descarga de la vinaza de la destilación alcohólica. *Tecnología Química* 25(2):66-70, 2005. La Habana, CU: Editorial Universitaria, 2010.
- A. Hoffman. *Competitive Environmental Strategy: A Guide to the Changing Business Landscape*. Island Press. Washington D.C. 2000.
- Chamorro Racero, R. Tapias Pelufo, J. *Diseño de un programa de producción más limpia para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa C.V.P. Ingeniería Ltda. de la ciudad de Cartagena*. Universidad de Cartagena. Facultad de Ciencias Económicas. Bolívar. Cartagena. 2013.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (MAVDT). *Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible*, Colombia, 2010.
- CENTRO DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA DE NICARAGUA. Talleres Casa Pellas, Transferencia tecnológica y PML en general. Premio a la excelencia 2010-2011. Nicaragua, 2011.
- CÁMARA NACIONAL DE INDUSTRIAS DE BOLIVIA. Mayor productividad y rentabilidad con producción más limpia, estudio del caso Embotelladoras Unidas EMBOL S.A.S. Cochabamba, Noviembre del año 2000.
- CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA Y TECNOLOGÍAS AMBIENTALES. Casos de aplicación de producción más limpia en Colombia. Edición No. 1. Medellín, Diciembre del año 2002.
- Zambrano Leal, C. *Aplicación de casos de Producción más Limpia en una embotelladora de gaseosas*. Tesis de grado (Ingeniero mecánico).

Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil, 2008.